

压缩空气储能及产业链梳理

2022 年 12 月 11 日

➤ **本周关注：卓然股份、瑞晨环保、奥莱德、巨星科技**

➤ **压缩空气储能是未来主流储能技术之一。**随着新型电力系统的持续推进以及具备波动性和间歇性的可再生能源在电源结构中的占比不断提升，发电侧与用电侧供需时间曲线不匹配使得电网对灵活性的要求越来越高。储能系统可发挥削峰填谷、一次调配、提高电网稳定性、改善电能和提高电网利用率的作用，在发电侧、电网侧、用电侧扮演着越来越重要的角色。压缩空气储能具备储能功率大、时间长、寿命长、布置灵活、安全性好等特点，既可增强电力系统调频能力，提高供电稳定性和新能源于消纳能力，又可为系统提供调频、调相等服务。

➤ **与其他类型的储能系统项目，压缩空气储能具备以下优点：**

➤ **(1) 大功率，可适用于大型电站建设 (>100 MW)。**压缩空气储能系统功率在 10~350MW 级别，仅次于抽水电站。

➤ **(2) 储能时间长，使用寿命长。**储能时间可达 4 小时及以上，一般锂离子电池不超过 4 小时。且压缩空气储能系统寿命长，可以储释能上万次，使用年限可达 40~50 年。

➤ **(3) 选址限制相对小，建造运行成本低。**相对于抽水蓄能电站而言，压缩空气储能选址更灵活，建设工程量也更小，不需要建造地面水库，地形条件选择多样。

➤ **政策支持压缩空气储能，产业进展加速。**2019 年以来，国家出台多项政策支持压缩空气储能产业化发展。《“十四五”新型储能发展实施方案》，将百兆瓦级压缩空气储能技术列入新型储能核心技术装备攻关重点方向之一。经过十余年的发展，我国压缩空气储能示范项目规模从 KW 级逐步成长到百 MW 级，直至 2022 年出现 GW 级压缩空气储能备案项目。据能源电力不完全统计，山东、河南、河北等 12 省备案、签约、在建、投运的压缩空气储能项目合计 30 个，其中 25 个披露功率规划的项目合计扩产规模达 7.37GW。

➤ **产业链完备，技术路线多样。**压缩空气储能产业链分为上游设备及盐穴/储气罐、中游项目工程建设、下游电网系统投资运营三个部分。上游核心设备包括空气压缩机、透平膨胀机、换热器等；中游新型压缩空气储能系统目前主要有三个新的技术路径：蓄热式压缩空气储能、液态压缩空气储能系统、超临界压缩空气储能系统；下游接入电网系统，起到削峰填谷、可再生能源消纳等作用。

➤ **相关核心设备厂纷纷发力。**陕鼓动力目前已完成 300MW 压缩空气储能系统及压缩机组的技术方案研发。东方电气可提供 10MW-300MW 系列化压缩空气膨胀透平产品，具备储罐、压缩机、换热器等配套系统设备的生产制造及总成能力，可为用户提供系统解决方案。上海电气是国内最大的综合性装备制造企业集团之一，已为国内首个盐穴压缩空气储能电站提供三台套核心装备——30MW 级压缩机驱动用大功率电机。

➤ **投资建议：**建议关注上游设备企业：陕鼓动力、东方电气、上海电气。

➤ **风险提示：**1) 项目推进不及预期的风险。2) 行业竞争加剧的风险。3) 政策落地不及预期的风险。

推荐

维持评级



分析师 李哲

执业证书：S0100521110006

电话：13681805643

邮箱：lizhe_yj@mszq.com

分析师 占豪

执业证书：S0100522090007

电话：15216676817

邮箱：zhanhao@mszq.com

相关研究

1.一周解一惑系列：电镀铜技术及产业梳理-2022/12/04

2.一周解一惑系列：检测企业的通用属性-2022/11/27

3.一周解一惑系列：光伏石英坩埚的量价弹性及传导机制-2022/11/21

4.一周解一惑系列：集流体及复合集流体生产工艺-2022/11/13

5.一周解一惑系列：数控机床多重需求刺激下开启复苏周期-2022/11/07

目录

1 压缩空气储能是未来主流技术之一	3
1.1 什么是压缩空气储能?	3
1.2 压缩空气储能工作流程	4
1.3 压缩空气储能部件构成	5
1.4 压缩空气储能分类	6
2 压缩空气储能的优劣势	7
2.1 压缩空气储能优势	7
2.2 压缩空气储能劣势	7
3 政策东风起, 压缩空气储能产业进展加速	8
3.1 压缩空气储能政策支持力度大	8
3.2 压缩空气储能产业化进展加速	9
4 压缩空气储能产业链	11
5 相关标的	12
5.1 陕鼓动力	12
5.2 东方电气	12
5.3 上海电气	12
6 风险提示	14
插图目录	15
表格目录	15

1 压缩空气储能是未来主流技术之一

随着新型电力系统的持续推进以及具备波动性和间歇性的可再生能源在电源结构中的占比不断提升，发电侧与用电侧供需时间曲线不匹配使得电网对灵活性的要求越来越高。储能系统可发挥削峰填谷、一次调配、提高电网稳定性、改善电能和提高电网利用率的作用，在发电侧、电网侧、用电侧扮演着越来越重要的角色。应用场景上，新能源配储与独立储能遍地开花。技术路径上，抽水蓄能仍占据主导地位，电化学储能凭借地理条件影响较小、建设周期短、可灵活运用等优势迅速增长，压缩空气储能、热储能等呈快速发展态势。

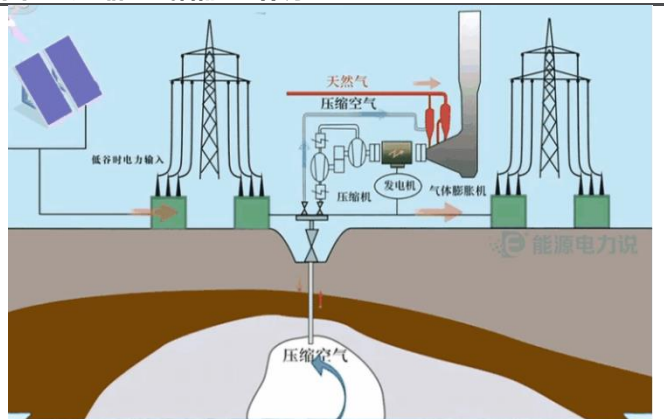
1.1 什么是压缩空气储能？

压缩空气储能是一种新型储能技术，其工作原理是在用电低谷时段使用富余电能将空气压缩至高压并存储于洞穴或压力容器中，使电能转化为空气的内能存储起来，在用电高峰时段，将高压空气从储气室释放并导入燃烧室，利用燃料燃烧加热升温后，驱动涡轮机发电。

压缩空气储能是基于燃气轮机技术衍生出的新型能量存储系统。燃气轮机的工作原理为空气经压缩机压缩后在燃烧室与燃料一同燃烧，升温后进入涡轮膨胀做功。燃气轮机压缩机消耗的功约占涡轮输出功 $2/3$ ，即燃气轮机的净输出功远小于涡轮的输出功，从而实现机器的运转。而压缩空气储能时，由于储能、释能工作时间段不同，当释能系统释放能量时，压缩机并不消耗涡轮的输出功，因此，与消耗同样燃料的燃气轮机相比，压缩空气储能系统可以多产 1 倍以上的电力。

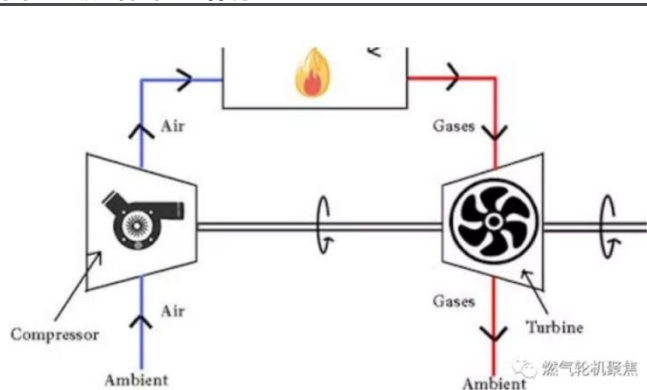
压缩空气储能系统的充放电循环只与空气压缩机和燃气轮机的机械性能相关，具备储能时间长、寿命长、布置灵活、安全性好等特点，既可增强电力系统调频能力，提高供电稳定性和新能源于消纳能力，又可为系统提供调频、调相等服务。

图1：压缩空气储能工作原理



资料来源：能源电力说，民生证券研究院

图2：燃气轮机工作原理



资料来源：燃气轮机聚焦，民生证券研究院

1.2 压缩空气储能工作流程

压缩空气储能工作流程与燃气轮机类似，可分为四步。

(1) 压缩过程：在电力系统耗能低谷时让空气经压缩机压缩至高压后存于储气室，理想状态下空气压缩过程为绝热压缩过程。

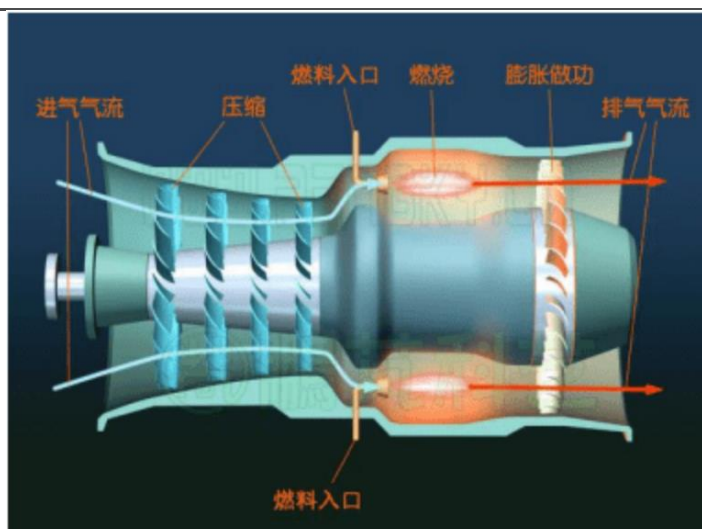
(2) 加热过程：在电力系统需要用电时，将储气室的高压空气释放，经燃料燃烧加热后变为高温高压空气，一般情况下，该过程为等压吸热过程。

(3) 膨胀过程：高温高压空气膨胀，驱动透平发电，理想状态下，空气膨胀过程为绝热膨胀过程。

(4) 冷却过程：空气膨胀后排入大气，然后下次压缩时经大气吸入，过程为等压冷却过程。

压缩空气储能系统同燃气轮机系统的工作流程主要区别在于，燃气轮机系统是一次性完成上述 4 个流程，即 4 个流程为同一回路。而压缩空气储能系统中压缩过程和加热膨胀过程不连续进行，中间为空气存储过程，这一过程是燃气轮机系统所没有的。

图3：燃气轮机工作过程



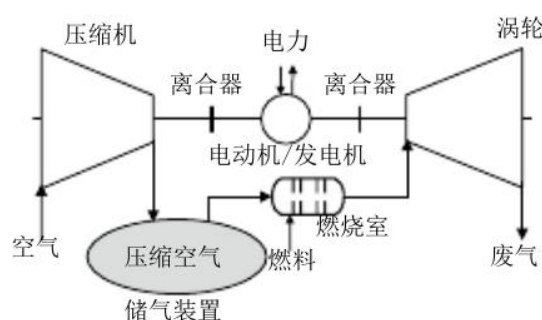
资料来源：《图说燃气涡轮发动机的原理与结构》，民生证券研究院

1.3 压缩空气储能部件构成

压缩空气储能系统一般包括 6 个主要部件：

- 1) 压缩机，一般为多级压缩机带级间冷却装置。
- 2) 膨胀机，一般为多级涡轮膨胀机带级间再热设备。
- 3) 燃烧室及换热器，用于燃料燃烧和回收余热等。
- 4) 储气装置，地下或者地上洞穴或压力容器。
- 5) 电动机/发电机，分别通过离合器和压缩机以及膨胀机连接。
- 6) 控制系统和辅助设备，包括控制系统、燃料罐、机械系统、管路和配件等。

图4：压缩空气储能系统结构图



资料来源：压缩空气储能技术研究进展，民生证券研究院

压缩机、换热器、膨胀机是压缩空气储能系统的核心部件，对系统性能具备决定性影响。 1) 压缩机是压缩气体以提高气压的装置，压比一般需要 40-80 甚至更高，因此为了提高压比，大型压缩空气储能电站一般使用轴流和离心压缩机组成多级压缩、级间和级后冷却的结构。2) 换热器主要用于能量回收，能有效降低储能能量损失。压缩空气储能系统运行时会有许多能量溢散，为了提高储能系统效率，通常需要对压缩机出口的高温高压空气进行冷却并回收压缩热用于膨胀过程的加热，因此需要使用级间冷却器及级间加热器。3) 膨胀机通过气体膨胀将势能转换为动能。相对于常规燃气轮机燃烧室，压缩空气储能系统的高压燃烧室压力较大，如果燃烧过程中温度较高，可能产生较多的污染物，因此高压燃烧室的温度一般控制在 500 度以下，一般采用多级膨胀加中间再热的结构形式，在第一级膨胀之后安装燃烧室并采用回收尾气余热来加热初始压缩空气，能够较好地控制温度。

储气装置是压缩空气储能系统区别于燃气轮机的关键。 大型压缩空气储能系统容量较大，通常储气于地下盐矿、硬石岩洞或者多孔岩洞。对于小型压缩空气储能系统而言，采用高压储气容器则可以摆脱对地理环境的依赖。

1.4 压缩空气储能分类

(1) 根据压缩过程是否绝热可分为非绝热压缩空气储能以及带绝热压缩空气储能，根据储能过程是否具备热源或储能装置又可分为无热源、有热源和带储能装置三种。

(2) 根据压缩空气储能系统的规模不同，可以分为：①大型压缩空气储能系统（单台机组规模为 100 MW 级）；②小型压缩空气储能系统（单台机组规模为 10 MW 级）；③微型压缩空气储能系统（单台机组规模为 10 kW 级）。

(3) 根据压缩空气储能系统是否同其它热力循环系统耦合，可以分为：①传统压缩空气储能系统（燃气补热）；②压缩空气储能-燃气轮机耦合系统；③压缩空气储能-燃气蒸汽联合循环耦合系统；④压缩空气储能-内燃机耦合系统；⑤压缩空气储能-制冷循环耦合系统；⑥压缩空气储能-可再生能源耦合系统。

图5：压缩空气储能系统分类



资料来源：北极星电力网，民生证券研究院

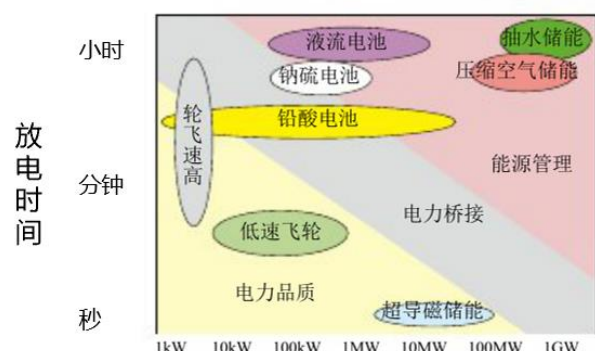
2 压缩空气储能的优劣势

2.1 压缩空气储能优势

与其他类型的储能系统项目，压缩空气储能具备以下优点：

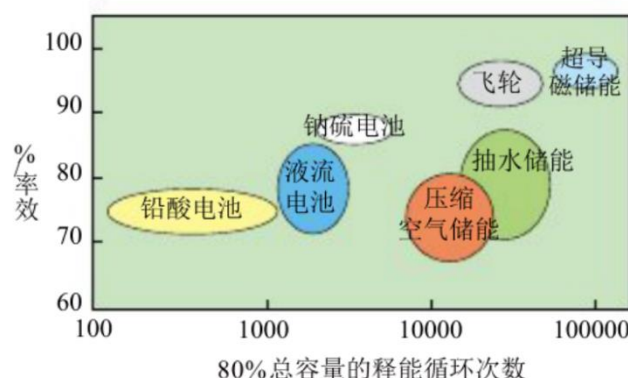
- (1) **大功率，可适用于大型电站建设 (>100 MW)**。压缩空气储能系统功率在 10~350MW 级别，仅次于抽水电站。
- (2) **储能时间长，使用寿命长**。储能时间可达 4 小时及以上，一般锂离子电池不超过 4 小时。系统寿命长，可以储释能上万次，使用年限可达 40~50 年。
- (3) **选址限制相对小，建造运行成本低**。相对于抽水蓄能电站而言，压缩空气储能选址更灵活，建设工程量也更小，不需要建造地面水库，地形条件选择多样。

图6：不同储能系统规模及工作时间



资料来源：《压缩空气储能技术研究进展》，张新敬等，民生证券研究院

图7：不同储能效率及寿命



资料来源：《压缩空气储能技术研究进展》，张新敬等，民生证券研究院

2.2 压缩空气储能劣势

- (1) **应用场景有限**。压缩空气储能系统比较适合于大型系统，小型压缩空气储能系统一般应用于一些特殊的领域效率不高，而大型系统需要特定的地理条件建造大型储气室，如岩石洞穴、盐洞、废弃矿井等，大大限制了压缩空气储能系统的应用范围。
- (2) **储能效率相对低，响应速度略慢**。目前储能系统效率在 60%-75%，仍存在进一步提高空间。启动时间在 10 分钟左右，相对于锂离子电池较低。
- (3) **污染物排放较多**。压缩空气储能需要与燃气轮机配套使用，释能时依赖于化石燃料的燃烧提供热源，燃烧过程中容易产生氮化物、硫化物、二氧化碳等污染物。

3 政策东风起，压缩空气储能产业进展加速

3.1 压缩空气储能政策支持力度大

2019 年以来，国家出台多项政策支持压缩空气储能产业化发展。《“十四五”新型储能发展实施方案》明确提出将百兆瓦级压缩空气储能技术列入新型储能核心技术装备攻关重点方向之一。

表1：压缩空气储能政策梳理

时间	部门	政策	政策细节
2019 年 12 月	工信部	《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录（2019 年版）》	压缩空气储能系统被列入重大技术装备行列，要求每套额定功率 $\geq 100\text{MW}$ ；系统效率 $\geq 65\%$ ；寿命 ≥ 30 年。
2020 年 3 月	国务院	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》	构建现代能源体系,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。要实施电化学储能、压缩空气储能、飞轮储能等储能示范项目。
2021 年 7 月	发改委、能源局	《关于加快推动新型储能发展的指导意见》	坚持储能技术多元化，实现压缩空气、液流电池等长时储能技术进入商业化发展初期。
2021 年 10 月	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》	加强绿色低碳重大科技攻关和推广应用，加强电化学、压缩空气等新型储能技术攻关、示范和产业化应用。
2021 年 10 月	发改委、能源局	《“十四五” 可再生能源发展规划》	“加快建设可再生能源存储调节设施，强化多元化智能化电网基础设施支撑，提升新型电力系统对高比例可再生能源的适应能力”，其中推动新型储能规模化应用是提升可再生能源消纳利用水平的重要举措之一。
2021 年 11 月	国家能源局	《关于推进 2021 年度电力源网荷储一体化和多能互补发展工作的通知》	鼓励重大创新示范。优先考虑含光热发电，氢能制输储用，梯级电站储能、抽汽蓄能、电化学储能、压缩空气储能、飞轮储能等新型储能示范的“一体化”项目。
2021 年 11 月	能源局、科学技术部	《“十四五” 能源领域科技创新规划》	提出要突破能量型、功率型等储能本体及系统集成关键技术和核心装备，满足能源系统不同应用场景储能发展需要，其中就包括开展大规模压缩空气储能电站的示范试验。
2021 年 12 月	国家能源局	《电力辅助服务管理办法》	将电化学储能、压缩空气储能、飞轮等新型储能纳入并网主体管理。鼓励新型储能、可调节负荷等并网主体参与电力辅助服务。增加服务品种、建立更加明确的成本疏导机制。
2022 年 1 月	发改委、能源局	《“十四五” 现代能源体系规划》	加快新型储能技术规模化应用，拓宽储能应用场景，推动电化学储能、梯级电站储能、压缩空气储能、飞轮储能等技术多元化应用，探索储能聚合利用、共享利用等新模式新业态。
2022 年 1 月	发改委、能源局	《“十四五” 新型储能发展实施方案》	新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段、具备大规模商业化应用条件，百兆瓦级压缩空气储能技术实现工程化应用、关键技术是“十四五” 新型储能核心技术装备攻关重点方向，依托利用废弃矿坑储能等试点示范。

资料来源：中共中央，国务院，工信部，发改委，国家能源局，科学技术部，民生证券研究院整理

3.2 压缩空气储能产业化进展加速

经过十余年的发展，我国压缩空气储能示范项目规模从 KW 级逐步成长到百 MW 级，2022 年出现 GW 级压缩空气储能备案项目。

据能源电力说不完全统计，山东、河南、河北等 12 省备案、签约、在建、投运的压缩空气储能项目合计 30 个，其中 25 个披露容量和功率规划的项目合计扩产规模达 7.37GW。

表2：压缩空气储能项目备案情况

序号	省份	项目名称	功率 (MW)	容量 (MW)	压缩空气储能时长	项目单位
1	山东	山东海阳 150MW/1200MWh 压缩空气储能项目	150	1,200	8	国电投集团海阳能源科技有限公司
2	山东	中电建肥城 5×300MW/1800MWh 盐穴压缩空气储能项目	1,500	9,000	6	中电建（肥城）新能源有限公司
3	山东	峄城区 1000MW/5000MWh 压缩空气储能项目	1,000	5,000	5	枣庄华金储能科技有限公司
4	山东	歌尔一级能效等级压缩空气站建设项目	-	-	-	歌尔股份有限公司
5	山东	山亭区冯卯镇 800MW/4800MWh 压缩空气储能电站项目	800	4,800	6	山东未来乡村储能科技有限公司
6	山东	山东泰安 2×300MW 级压缩空气储能创新示范工程	600	-	-	山东数科新能源有限公司
7	山东	滕州曹庄煤矿 100MW 先进压缩空气储能示范项目	100	400	4	山东省滕州曹庄煤炭有限责任公司
8	山东	国家能源集团国华兰陵压缩空气储能电站项目	100	600	6	山东国华时代投资发展有限公司
9	山东	华能沾化火电退役机组改造（压缩空气+电蓄热）储能示范项目	-	-	-	华能沾化新能源有限公司
10	山东	山东肥城 300MW 先进压缩空气储能电站	300	-	-	中储国能（山东）电力能源有限公司
11	湖北	湖北应城 300MW 级压缩空气储能电站示范工程	300	1,500	5	湖北楚韵储能科技有限公司
12	江苏	华能金坛盐穴压缩空气储能发电项目	60	300	5	中盐集团、清华大学、中国华能
13	江苏	江苏淮安 465MW/2600MWh 盐穴压缩空气储能项目	465	2,600	5	江苏国源储能科技有限公司
14	新疆	阜康市华能 100 万光伏+压缩空气储能 100MW/1000MWh	100	1,000	10	华能（阜康）新能源科技有限公司
15	河北	河北启迪辉腾新能源科技开发有限公司 200MW/800MWh 压缩空气储能项目	200	800	4	河北启迪辉腾新能源科技开发有限公司
16	河北	河北华电沧州南大港 200MW/1600MWh 先进压缩空气储能项目	200	1,600	8	中国华电集团河北华瑞能源集团有限公司
17	河北	张家口市张北县巨储新能源科技有限公司百兆瓦先进压缩空气储能示范项目	100	400	4	张北巨人能源有限公司

18	山西	沂州市磷酸铁锂、压缩空气、飞轮共享储能电站项目	100	600	6	沂州建昊新能源有限公司
19	山西	基于煤矿巷道压缩空气储能发电系统	100	-	-	北京启迪清洁能源科技有限公司
20	福建	南靖县 300MW/1200MWh 新型压缩空气储能基地项目	300	1,200	4	中电（福建）电力开发有限公司
21	河南	200MW/800MWh 压缩空气储能的源网荷储一体化项目	200	800	4	-
22	河南	鲁山县压缩空气储能项目	-	-	-	-
23	河南	河南甫达储能技术有限公司濮阳市范县 100MW/800MWh 先进压缩空气储能电站项目	100	800	8	河南甫达储能技术有限公司
24	河南	泰捷瑞储能技术公司濮阳经济技术开发区 100MW/800MWh 先进压缩空气储能电站项目	100	800	8	泰捷瑞储能技术公司
25	河南	南阳市豫能南郡新能源有限公司压缩空气储能电站项目	-	-	-	南阳市豫能南郡新能源有限公司
26	河南	平顶山叶县 200MW/1600MWh 先进压缩空气（盐穴）储能电站项目	200	1,600	8	平顶山晟光储能有限公司
27	浙江	台州发电厂百兆瓦压缩空气储能示范项目	100	400	4	浙江浙能电力股份有限公司台州发电厂
28	宁夏	国华投资宁夏新能源石沟驿煤矿 100MW/400MWh 压缩空气储能项目	100	400	4	神华（宁夏宁东）新能源有限责任公司
29	广东	唐潮安凤塘 100MW/600MWh 压缩空气储能项目	100	600	6	广东大唐国际潮州发电有限责任公司
30	湖南	河南衡阳百兆瓦级盐穴压缩空气储能创新示范项目	-	-	-	中雁清盐储能科技有限公司

资料来源：能源电力说，民生证券研究院整理

4 压缩空气储能产业链

压缩空气储能产业链分为上游设备及盐穴/储气罐、中游项目工程建设、下游电网系统投资运营三个部分。上游核心设备包括空气压缩机、透平膨胀机、换热器等；中游新型压缩空气储能系统目前主要有三个新的技术路径：蓄热式压缩空气储能、液态压缩空气储能系统、超临界压缩空气储能系统；下游可接入电网系统，起到削峰填谷、可再生能源消纳等作用。

图8：压缩空气储能产业链布局



资料来源：公司公告，公司官网，北极星电力网，民生证券研究院整理

5 相关标的

5.1 陕鼓动力

陕鼓动力是国内透平机械龙头公司。公司作为分布式能源领域系统解决方案商和系统服务商，主要服务于石油、化工、冶金、空分、电力、城建、环保、制药。公司主营业务包括透平压缩机组、工业流程能量回收装置、透平鼓风机组等各种透平机械及系统的开发、制造与销售。公司目前主要聚焦三大业务板块：1) 能量转换装备制造板块，产品主要包括轴流压缩机、离心压缩机、能量回收透平装置、硝酸四合一机组、空分机组、汽轮机等；2) 工业服务板块，包括设备全生命周期健康管理、EPC 服务、金融和投资业务等；3) 能源基础设施运营板块，业务包括分布式能源智能一体化园区、气体业务、冷热电三联供、水务一体化等。

根据公司披露的投资者关系回复，公司的透平设备可被应用于压缩空气储能领域的压缩储能环节及膨胀释能环节。通过持续优化和推出高参数压缩机组技术，包括大型高温及低温压缩机技术、高压比轴流压缩机技术及大型国产化多轴齿轮箱设计技术等，公司产品得以适应压缩空气储能系统在提升转换效率方面对压缩机组提出的技术需求。针对压缩机组大型化、高转换效率及高可靠性要求，公司适时推出 AV100 轴流压缩机产品，完成 300MW 压缩空气储能系统及压缩机组的技术方案研发。目前公司具备向岩穴空气储能系统提供大型压缩机组及大型膨胀发电机组的设计及供货能力以及储能用压缩机组及膨胀机组的气动选型与压缩膨胀子工艺系统优化能力。

5.2 东方电气

东方电气是国内最大的发电设备制造和电站工程承包企业之一。主营业务包括大型发电设备、电站工程承包、电站服务等。公司扎根发电业务，涉及水电、火电、核电、风电、光电、气电六大领域。公司拥有完备的能源装备研制体系，火电产品 100 万千瓦等级机组、大型循环流化床锅炉等处于领先地位；水电贯流式、混流式技术国际领先；氢燃料领域已形成一体化利用方案。

压缩空气储能方面，公司可提供 10MW-300MW 系列化压缩空气膨胀透平产品，具备储罐、压缩机、换热器等配套系统设备的生产制造及总成能力，可为用户提供系统化解决方案。

5.3 上海电气

上海电气是国内最大的综合性装备制造企业集团之一。公司主营业务涵盖能源装备、工业装备、集成服务三大领域，产品包括火力发电机组(煤电、气电)、核发电机组、风力发电设备、输配电设备、环保设备、自动化设备、电梯、轨道交通和机床等。

针对压缩空气储能，上海电气电站集团下属上海电机厂有限公司与中盐集团、中国华能、清华大学和江苏电力设计院通力合作，在现有大容量同步、异步电动机系列基础上，针对压缩空气储能应用场景进行全方位优化，使电机更为高效节能，从而有力保障了整个储能发电机组的能量转化效率。2022 年 5 月 26 日，我国首个盐穴压缩空气储能电站在江苏金坛成功并网投运，上海电气为其提供了三台套核心装备——30MW 级压缩机驱动用大功率电机。

6 风险提示

- 1) **项目推进不及预期的风险。**前文罗列的项目仅处于环评备案阶段，项目执行过程中，可能受到多方面因素影响，包括政策、项目方资金、技术等，因此存在项目推进进度不及预期风险。
- 2) **行业竞争加剧的风险。**储能系统领域目前多种技术路线并行，若未来其他储能技术取得重大突破，行业竞争可能加剧，从而影响压缩空气储能的需求。
- 3) **政策落地不及预期的风险。**压缩空气储能在电网侧收益模式尚不清晰，目前需要政策端的推进，若政策落地力度不及预期，可能对行业需求造成影响。

插图目录

图 1：压缩空气储能工作原理	3
图 2：燃气轮机工作原理	3
图 3：燃气轮机工作过程	4
图 4：压缩空气储能系统结构图	5
图 5：压缩空气储能系统分类	6
图 6：不同储能系统规模及工作时间	7
图 7：不同储能效率及寿命	7
图 8：压缩空气储能产业链布局	11

表格目录

表 1：压缩空气储能政策梳理	8
表 2：压缩空气储能项目备案情况	9

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、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到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026