



华安证券

HUAAN SECURITIES

证券研究报告

熔盐储能开启长时储能篇章， 光热发电和火电改造成为主要应用场景

华安机械 张帆 S0010522070003

2023年4月8日



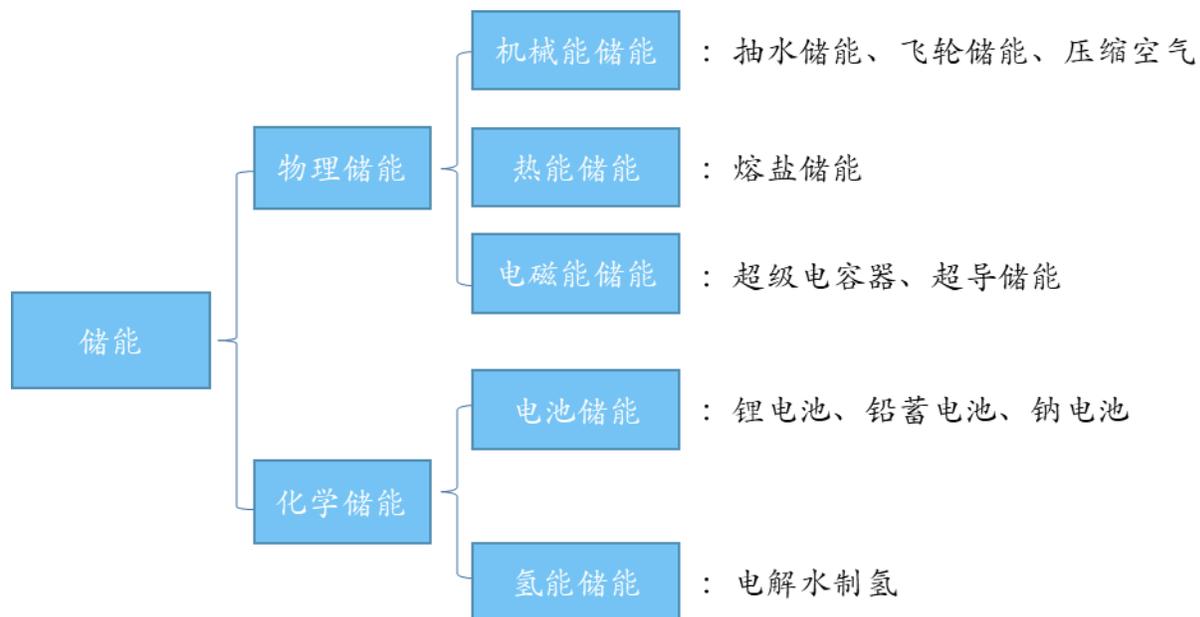
核心观点

- 熔盐储能是一种可以传递能量、长时间（6-8h）、大容量储能的技术路径，开启长时储能篇章
- 随着国家政策的大力支持，熔盐储能在光热发电和火电机组灵活改造将大有可为：
 - 1) 光热发电，集热场占比总投资50-65%，其中支架占比10%；储换热场占比总投资20-25%，其中熔盐占比7-8%，熔盐罐占比约为5%；常规岛占比总投资约为10%。
 - 2) 火电机组灵活改造，主要包括储热能量模块（冷/热盐罐）、蒸汽加热熔盐系统和熔盐蒸汽发生系统
- 建议关注公司：
 - 1) 光热发电，首航高科（EPC总包）、西子洁能（储热岛）、兰石重装（熔盐罐设备）、蓝科高新（熔盐罐设备、储热岛）、久立特材（钢管设备）、川润股份（液压驱动设备）、振江股份（支架设备）
 - 2) 火电机组改造，西子洁能

1.1 储能介绍

- 储能的形式主要包括物理储能和化学储能。根据DOE数据显示，三大主流的储能形式为抽水储能、电化学储能、热能储能；而目前最为热门的三大新型储能方式，电化学储能、氢能储能、熔盐储能。

图1：储能技术分类

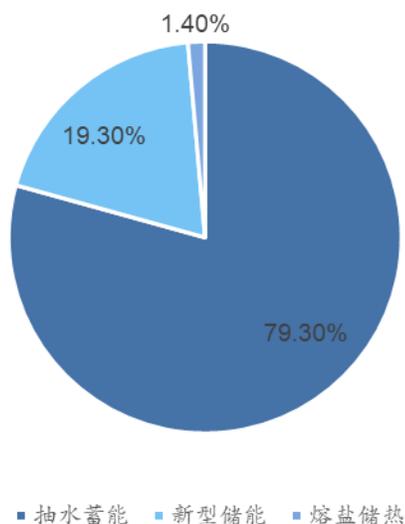


来源：DOE，华安证券研究所整理

1.2 储能行业概况

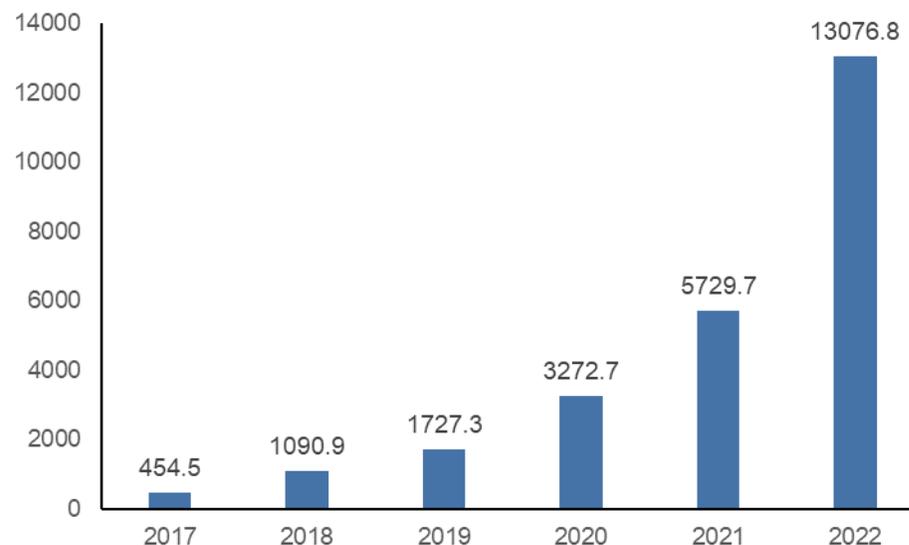
- 根据中关村储能产业技术联盟发布《储能产业研究白皮书2023》显示，截至2022年底，中国已投运电力储能项目累计装机规模59.8GW，占全球市场总规模的25%，年增长率38%。抽水蓄能累计装机占比首次低于80%，与2021年同期相比下降8.3%；新型储能继续高速发展，累计装机规模首次突破10GW，达到13.1GW/27.1GWh，功率规模年增长率达128%，能量规模年增长率达141%。

图2：2022年全球电力储能市场



来源：《储能产业研究白皮书2023》，华安证券研究所整理

图3：近年全球新型储能累计装机规模（MW）



来源：《储能产业研究白皮书2023》，华安证券研究所整理

1.3 熔盐储能介绍

- 熔盐具有工作温度高、使用温度范围广、传热能力强、系统压力小、经济性较好等一系列的优点，目前已成为光热电站传热和储热介质的首选。然而，熔盐储能技术并非只能搭配光热使用，基于其本身的优良特性，熔盐储能可以适用于多种场景。如火电厂储能改造、工业余热储能、谷电工业制热、光伏弃电储能、风力弃电储能、交通运输储能等等多种领域。
- 熔盐储能是一种可以传递能量、长时间（6-8h）、大容量储能的技术路径，作为传热介质可以实现太阳能到热能的转换，作为储能介质可以实现将热能和电能的双向转换，可以很好的适应和解决以上两大矛盾。因此，熔盐储能在长时储能领域得到充分发挥和应用，目前主要应用在光热发电和火电机组灵活改造领域。

图4：熔盐产品图



来源：SQM官网，华安证券研究所整理



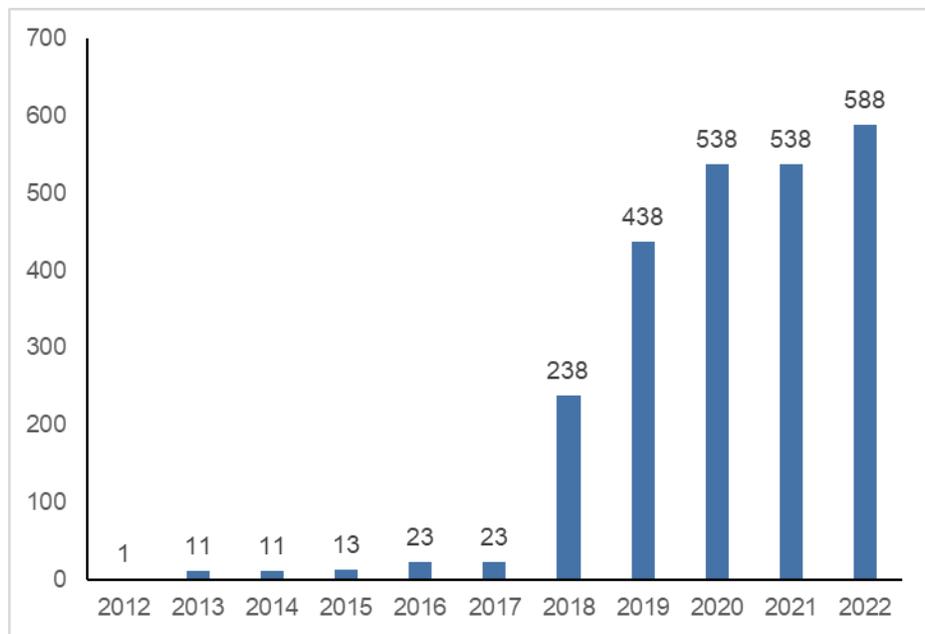
2.1 光热发电介绍

- 光热发电需通过“光能—热能—机械能—电能”的转化过程。光热发电的原理是：通过反射镜、聚光镜等聚热器将采集的太阳辐射热能汇聚到集热装置，用来加热集热装置内导热油或熔盐等传热介质，传热介质经过换热装置将水加热到高温高压蒸汽，蒸汽驱动汽轮机带动发电机发电。
- 从光热发电市场应用来看，光热电站一般采用热盐罐与冷盐罐双罐系统存放熔盐。冷熔盐贮罐内的熔盐经熔盐泵输送到太阳能集热器内，吸收热能升温后进入热熔盐储罐中，随后高温熔融盐流进熔盐蒸汽发生器，产生过热蒸汽驱动蒸汽涡轮机运行发电，而熔盐温度降低后流回冷熔盐储罐。
- 按照聚能方式及其结构进行分类，光热发电可分为塔式、槽式、碟式、菲涅尔式四类技术。其中主流的是塔式和槽式两种技术。
 - 1) 塔式发电：塔式发电利用大规模自动跟踪太阳的定日镜场阵列，将太阳热辐射能精准反射到置于高塔顶部的集热器，投射到集热器的阳光被吸收转变成热能并加热中间介质。在各种形式的光热发电技术中，塔式熔盐储能光热发电因其较高的系统效率，成为目前我国最主流的光热发电技术路线，其缺点主要是造价昂贵，随着未来的技术发展有较大的下降空间。
 - 2) 槽式发电：槽式发电利用大面积槽式抛物面镜反射太阳热辐射能，连续加热位于焦线位置集热器内介质，将热能转化为电能。全球首座槽式太阳能热发电商业电站 SEGS I 于 1984 年投运，于 2015 年底正式退役，作为全球光热电站的首次尝试，虽然当时的技术并不成熟，但仍然平稳运行 30 年，这也从侧面印证了光热电站具有较长的生命周期，意味着光热电站带来的全寿命周期售电收益有更大的想象空间。
 - 3) 碟式发电（又称盘式电站）：由许多抛物面反射镜组构成集热系统，接收器位于抛物面焦点上，收集太阳辐射能量，将接收器内的传热介质加热到 750°C 左右，驱动斯特林发动机进行发电。碟式光热电站单个规模较小，通常用于空间太阳能电站。
 - 4) 菲涅尔发电：采用多个平面或微弯曲的光学镜组成的菲涅尔结构聚光镜来替代抛物面镜，众多平放的单轴转动的反射镜组成的矩形镜场自动跟踪太阳，将太阳光反射聚集到具有二次曲面的二级反射镜和线性集热器上，集热器将太阳能转化为热能，进而转化为电能。成本相对来说低廉，但效率也相应降低。由于聚光倍数只有数十倍，因此加热的水蒸气质量不高，使整个系统的年发电效率仅能达到 10% 左右。

2.1 光热发电-中国市场

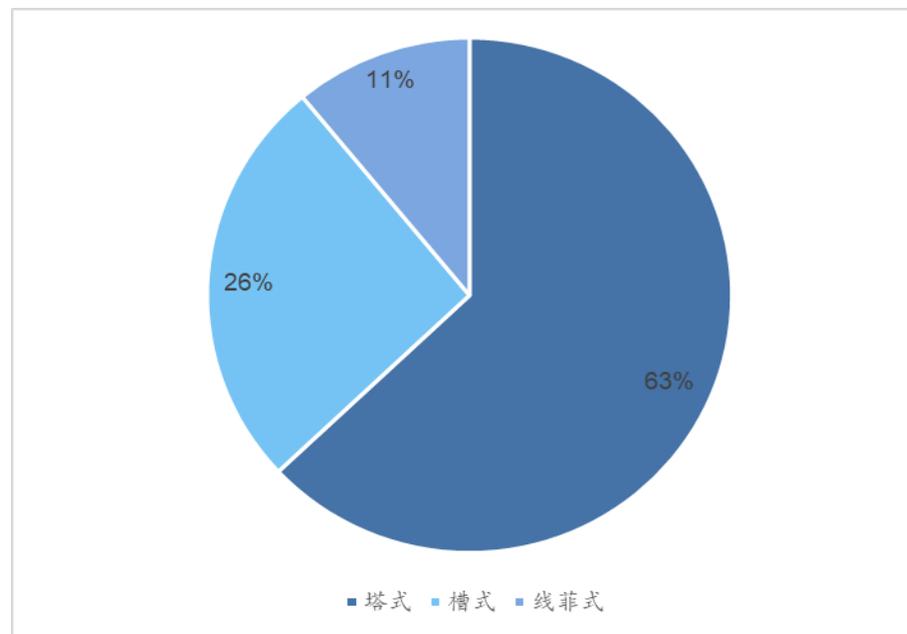
- **2012年8月9日**，我国自行研发，设计并建成的亚洲首座塔式太阳能光热发电站成功发电。
- **截至2022年**，我国太阳能热发电兆瓦级电站累计装机规模已达**588兆瓦**，在全球太阳能热发电累计装机容量中占**8.3%**，位居全球第三。根据聚光形式的不同，在我国太阳能热发电累计装机容量中，塔式占比约**63.1%**，槽式约**25.5%**，线菲式约**11.4%**。
- **2023年4月**，国家能源局发布《国家能源局综合司关于推动光热发电规模化发展有关事项的通知》。力争“十四五”期间光热发电每年新增开工规模**3GW**左右。

图5：我国光热发电累计装机容量（MW）



来源：《中国太阳能热发电行业蓝皮书2022》，华安证券研究所整理

图6：我国光热发电累计装机聚光形式占比

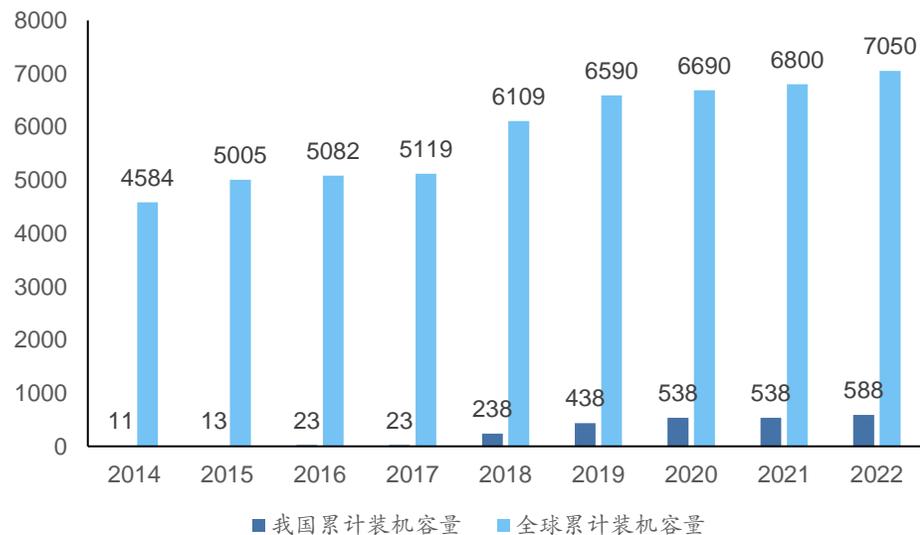


来源：《中国太阳能热发电行业蓝皮书2022》，华安证券研究所整理

2.1 光热发电-全球市场

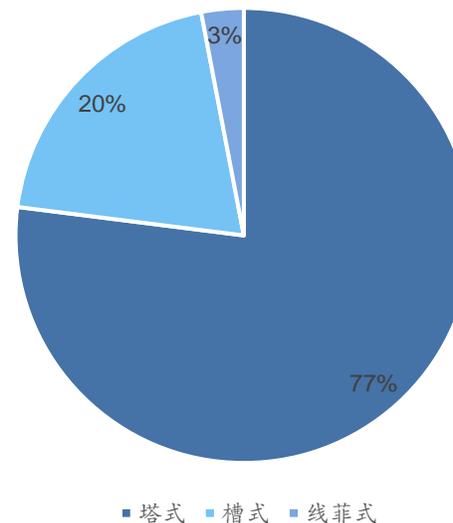
- 截至2022年底，全球太阳能热发电累计装机容量达到**7.05GW**，我国太阳能热发电累计装机容量为**588MW**（含MW级以上规模的发电系统）。其中，槽式、塔式、线性菲涅耳（简称线菲）技术装机在全球主要国家和地区的占比为**77%**、**20%**和**4%**。

图7：全球和我国光热发电累计装机容量（MW）



来源：《中国太阳能热发电行业蓝皮书2022》，华安证券研究所整理

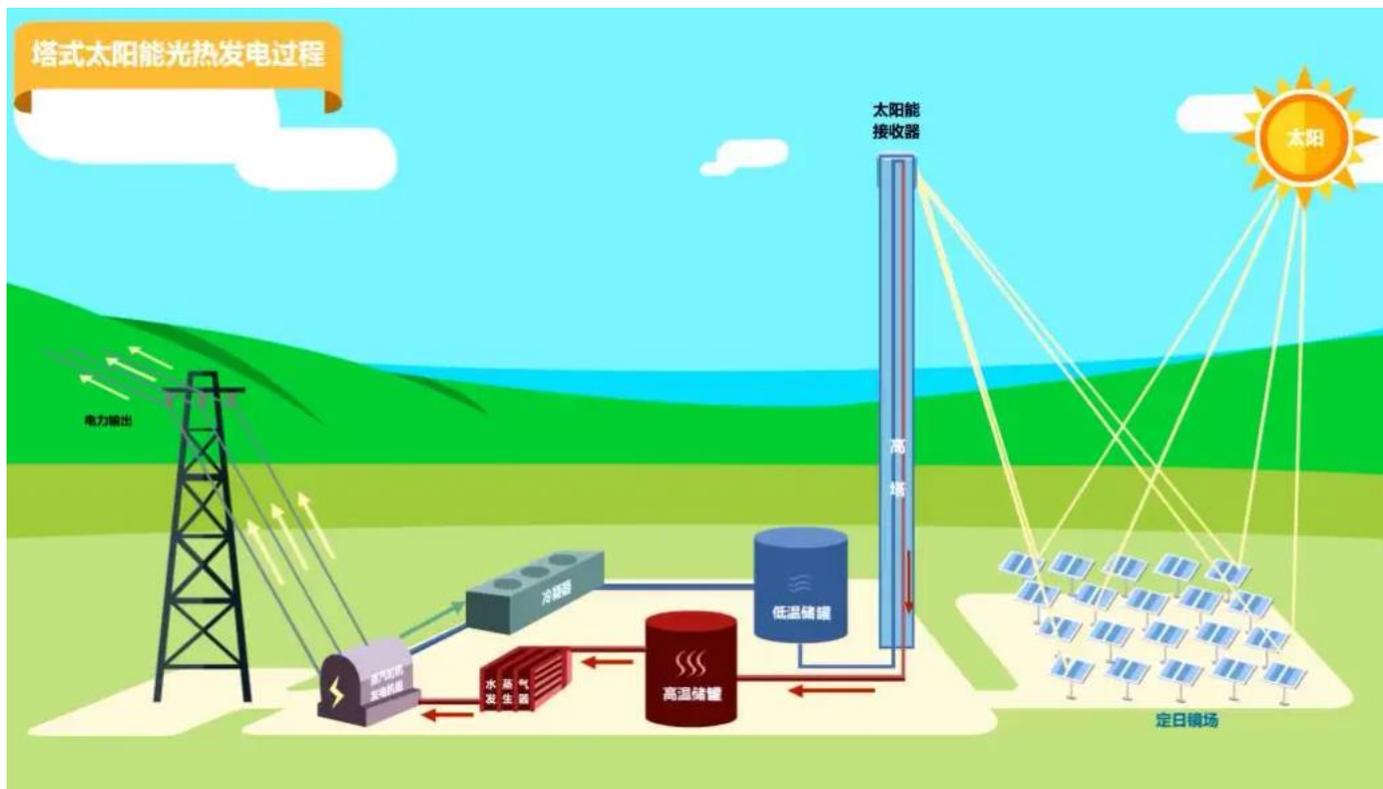
图8：全球光热发电累计装机聚光形式占比



来源：《中国太阳能热发电行业蓝皮书2022》，华安证券研究所整理

2.2 塔式光热项目简图

图9：塔式光热动力岛布置图

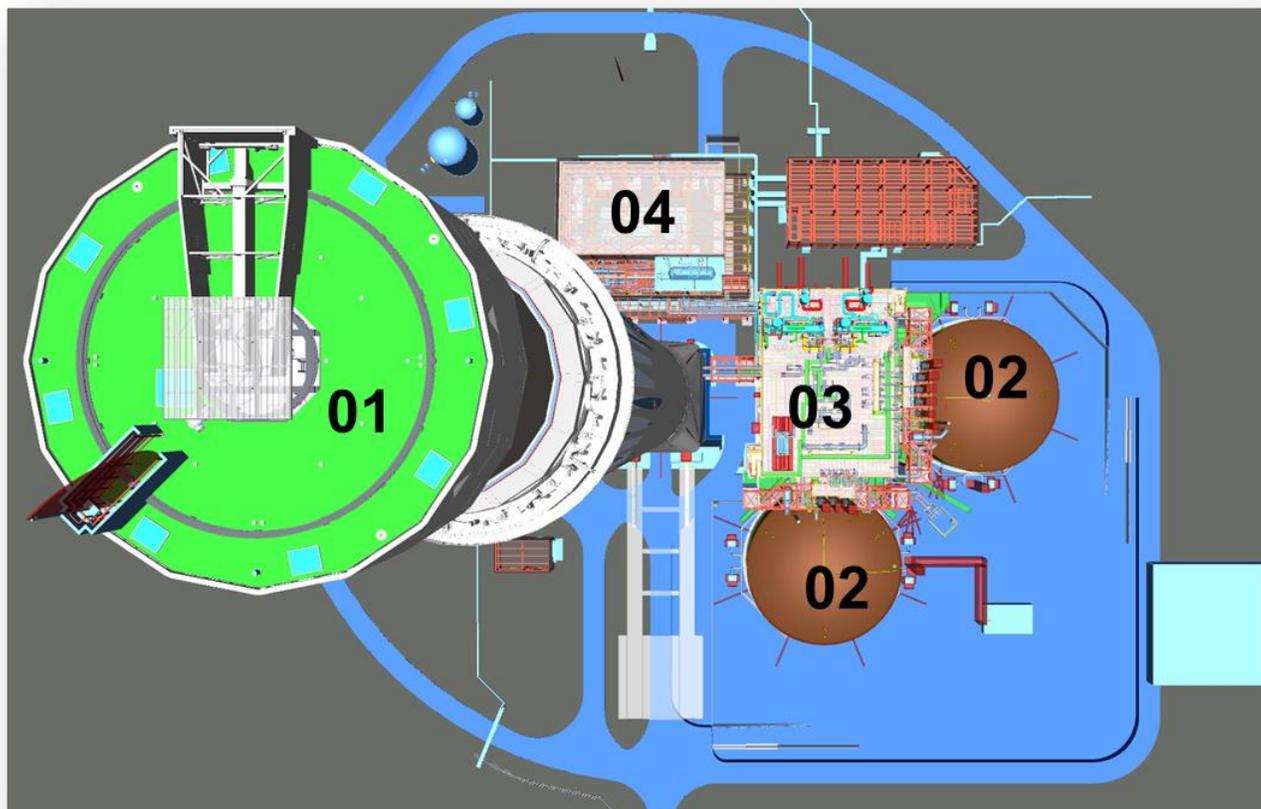


塔式太阳能光热发电：
是利用众多的定日镜，将太阳辐射光反射并积聚到吸热塔顶部的吸热器中，加热熔盐，达到聚光和转换成热能进而发电的一种聚光太阳能发电技术。

来源：CSPFocus 光热发电资讯，华安证券研究所整理

2.2 塔式光热-动力岛布置

图10：塔式光热动力岛布置图



主要设备：

- 01 熔盐吸热器
- 02 熔盐罐X2
- 03 蒸汽发生系统
- 04 汽轮发电机

来源：CSPFocus 光热发电资讯，华安证券研究所整理

2.2 塔式光热项目镜场布置图

图11：塔式光热镜场布置图



主要设备：

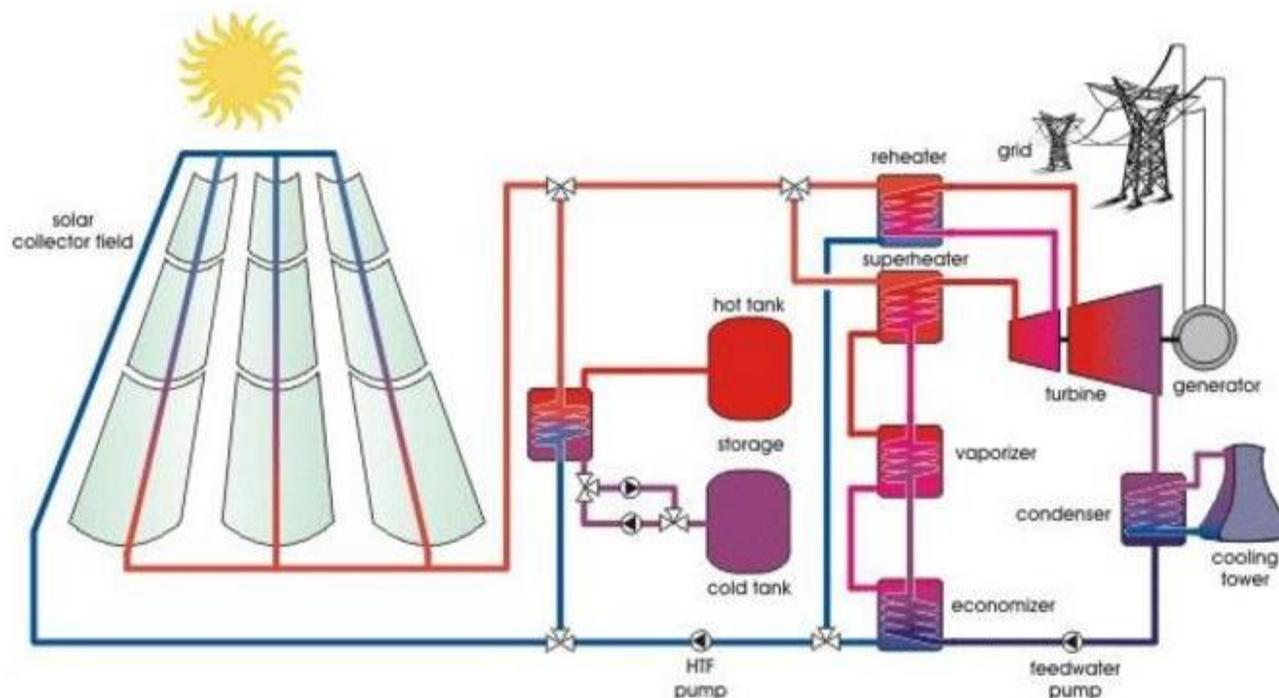
- 定日镜
- 支架
- 气象站

来源：CSPFocus 光热发电资讯公众号，华安证券研究所整理

2.3 槽式光热项目简图

- 槽式系统采用线聚焦方式，利用槽型抛物面聚光镜将太阳光聚集反射到管状集热管上，加热带有真空玻璃罩的管内传热工质，传热工质可以是水、导热油或者熔融盐等，通过管内热载体将水加热成蒸汽，推动汽轮机发电。

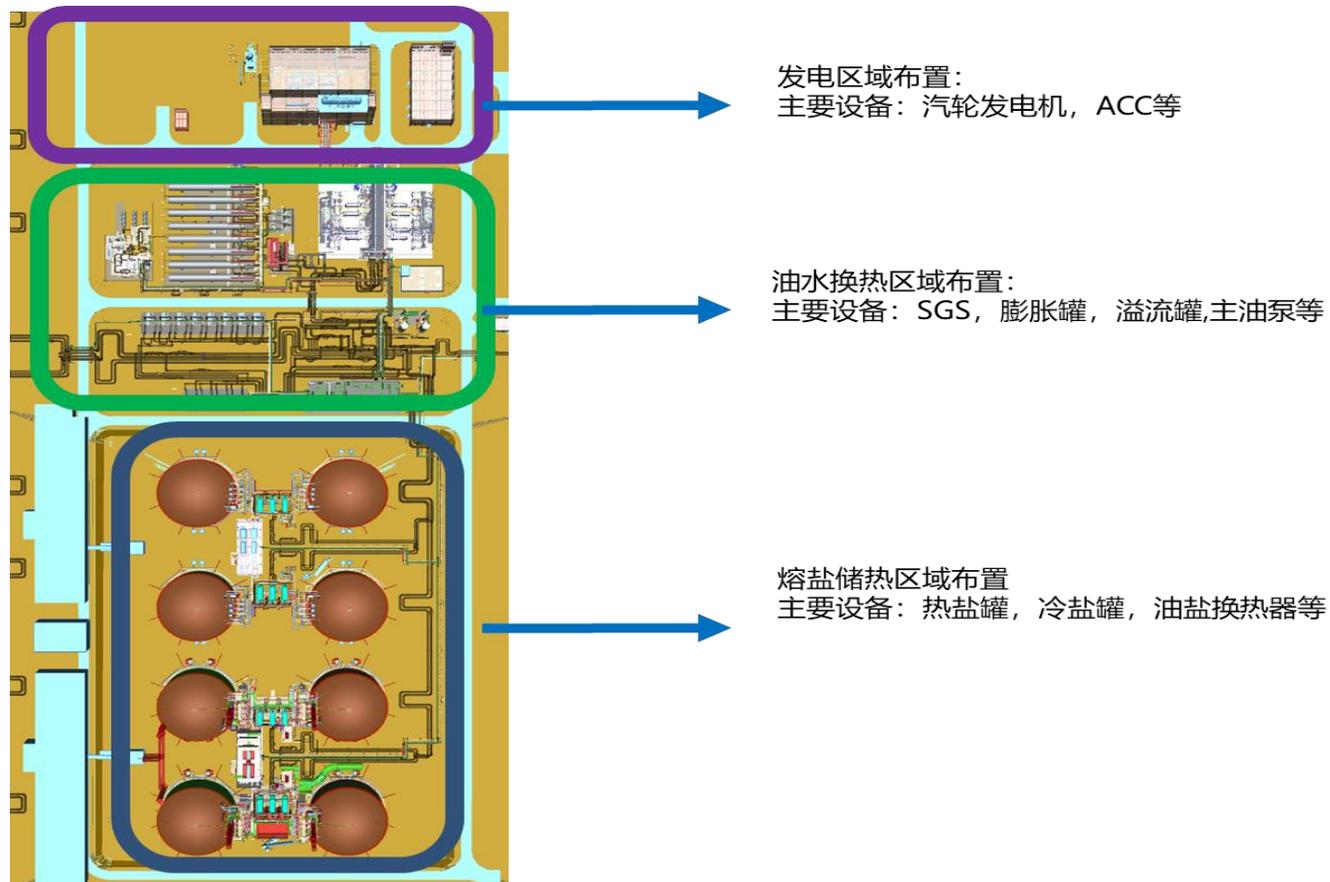
图12：槽式光热项目简图



来源：CSPFocus 光热发电资讯公众号，华安证券研究所整理

2.3 槽式系统动力岛布置

图13: 槽式光热项目简图



来源: CSPFocus 光热发电资讯公众号, 华安证券研究所整理

槽式光热项目镜场布置图

图14：槽式光热项目镜场布置图



主要设备：

- 集热镜
- 支架
- 液压驱动装置
- 集热管

来源：CSPFocus 光热发电资讯公众号，华安证券研究所整理



目录

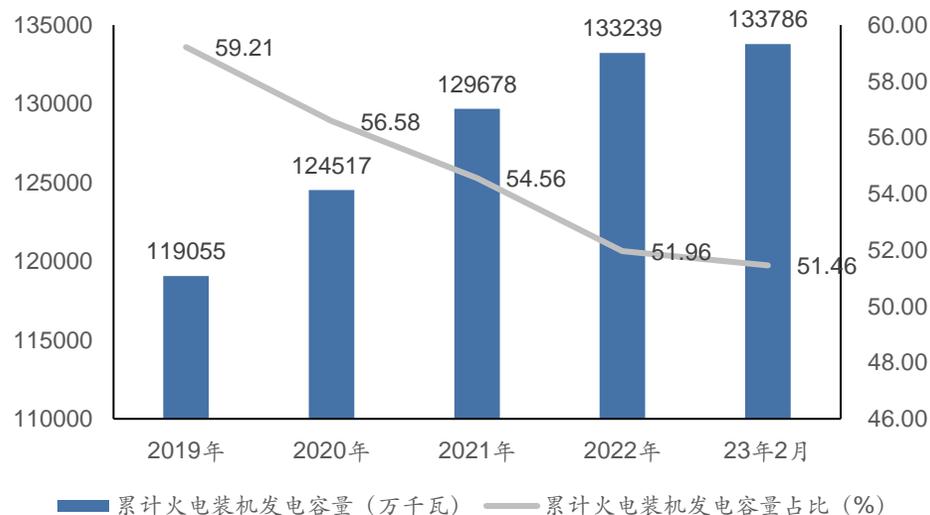
- 1 新型储能蓬勃发展，熔盐储能开启长时储能篇章
- 2 光热发电充分利用熔盐储热，塔式和槽式技术成熟
- 3 熔盐储能深度调峰，灵活应用于火电机组改造
- 4 建议关注公司
- 5 风险提示



3.1 现存火电机组装机容量

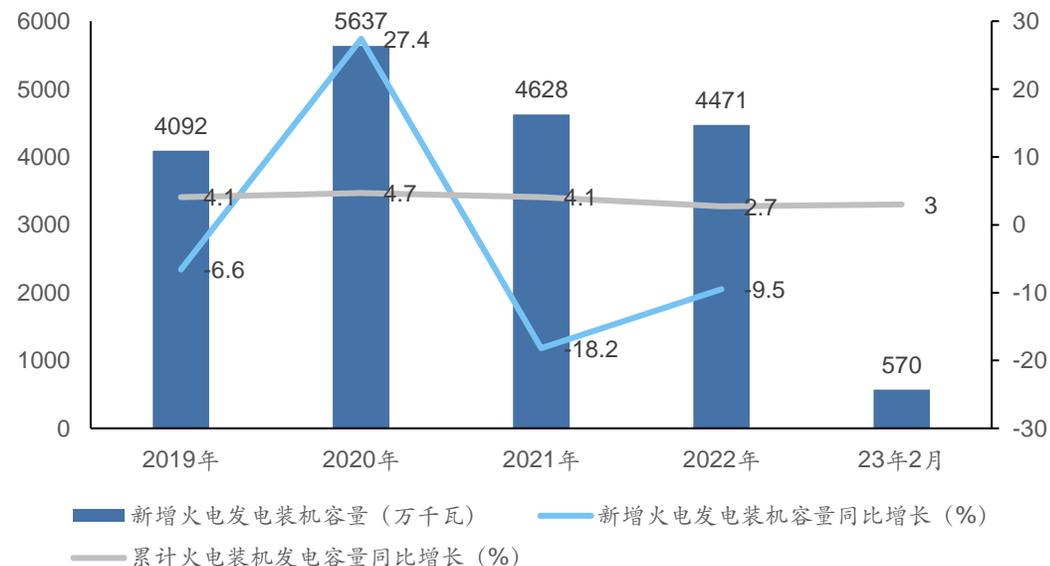
- 近年来我国累计火电机组装机容量增长缓慢，在全国累计发电装机容量中占比逐年下降。根据国家能源局发布的数据，截止2023年2月底，我国累计火电装机容量133786万千瓦，同比增长3%，在全国发电装机容量中占比51%。
- 2023年1-2月份，我国主要发电企业完成火电投资65亿元，同比下降7.6%。
- 2022年，我国新增火电装机容量4471万千瓦，同比下降9.5%。2023年1-2月，我国新增火电装机容量570万千瓦，同比增长97万千瓦。

图15：我国累计火电装机容量及占比



来源：国家能源局，华安证券研究所整理

图16：我国新增火电装机容量及新增与累计同比增长率



来源：国家能源局，华安证券研究所整理



3.2 我国火电机组改造相关政策

- 为了适应国家“双碳”目标提出后电力行业长远发展需要，未来火电行业所处企业将积极融入和服务新型电力市场建设，加快推进火力发电机组的改造进程。在推进煤电机组改造升级过程中，统筹考虑煤电节能改造、供热改造及灵活性改造，更多地承担系统调峰、调频、调压和备用功能，发挥“托底保供”的作用。随着“碳达峰、碳中和”战略的进一步推行，清洁高效的火力发电将是我国双碳目标实现的重要抓手。面对如今日益严格的绿色发展要求，火力发电行业将加大科技创新力度，提升绿色管理水平，增强行业绿色竞争力。

图17：我国火电机组灵活改造国家相关政策

时间	部门	政策名称	相关内容
2021年10月	国家发改委、国家能源局	《全国煤电机组改造升级实施方案》	存量煤电机组灵活性改造应改尽改，“十四五”期间完成2亿千瓦，增加系统调节能力3000—4000万千瓦，促进清洁能源消纳。“十四五”期间，实现煤电机组灵活制造规模1.5亿千瓦。
2021年10月	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》	统筹煤电发展和保供调峰，严控煤电装机规模，加快现役煤电机组节能升级和灵活性改造。
2022年2月	国家发改委、国家能源局	《“十四五”新型储能发展实施方案》	重点建设更大容量的液流电池、飞轮、压缩空气等储能技术试点示范项目，推动火电机组抽汽蓄能等试点示范。探索利用退役火电机组既有厂址和输变电设施建设新型储能或风光储设施。
2022年3月	国家发改委、能源局	《“十四五”现代能源体系规划》	加大力度规划建设以大型风光电基地为基础、以其周边清洁高效先进节能的煤电为支撑、以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体的新能源供给消纳体系。建设智能高效的调度运行体系，探索电力、热力、天然气等多种能源联合调度机制，促进协调运行。
2022年4月	国务院关税税则委员会	《关于调整煤炭进口关税的公告》	自2022年5月1日至2023年3月31日，对所有煤炭实施税率为0的进口暂定税率。
2022年8月	国家工信部等五部门	《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》	通过5-8年时间，电力装备供给结构显著改善，保障电网输配效率明显提升，高端化智能化绿色化发展及示范应用不断加快，国际竞争力进一步增强，基本满足适应非化石能源高比例、大规模接入的新型电力系统建设需要。煤电机组灵活性改造能力累计超过2亿千瓦，可再生能源发电装备供给能力不断提高，风电和太阳能发电装备满足12亿千瓦以上装机需求，核电装备满足7000万千瓦装机需求。

注：政府官网，华安证券研究所整理

3.3 常规火电机组灵活性改造方案及问题

- 火电灵活性指的是运行灵活性，主要包括深度调峰、快速启停、爬坡能力，对于火电机组改造的重点是提高机组的**深度调峰能力**。
- 目前存在锅炉系统改造方案和“热电解耦”改造方案，火电机组调峰能力大幅提升，但也存在不少问题。

图18 常规火电机组灵活性改造方案

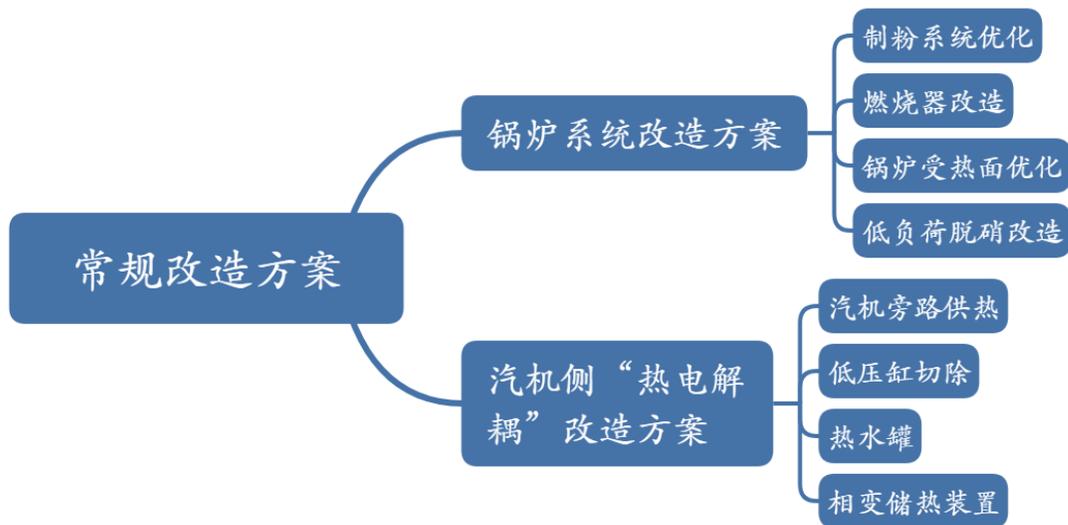


图19 常规火电机组灵活性改造存在的问题

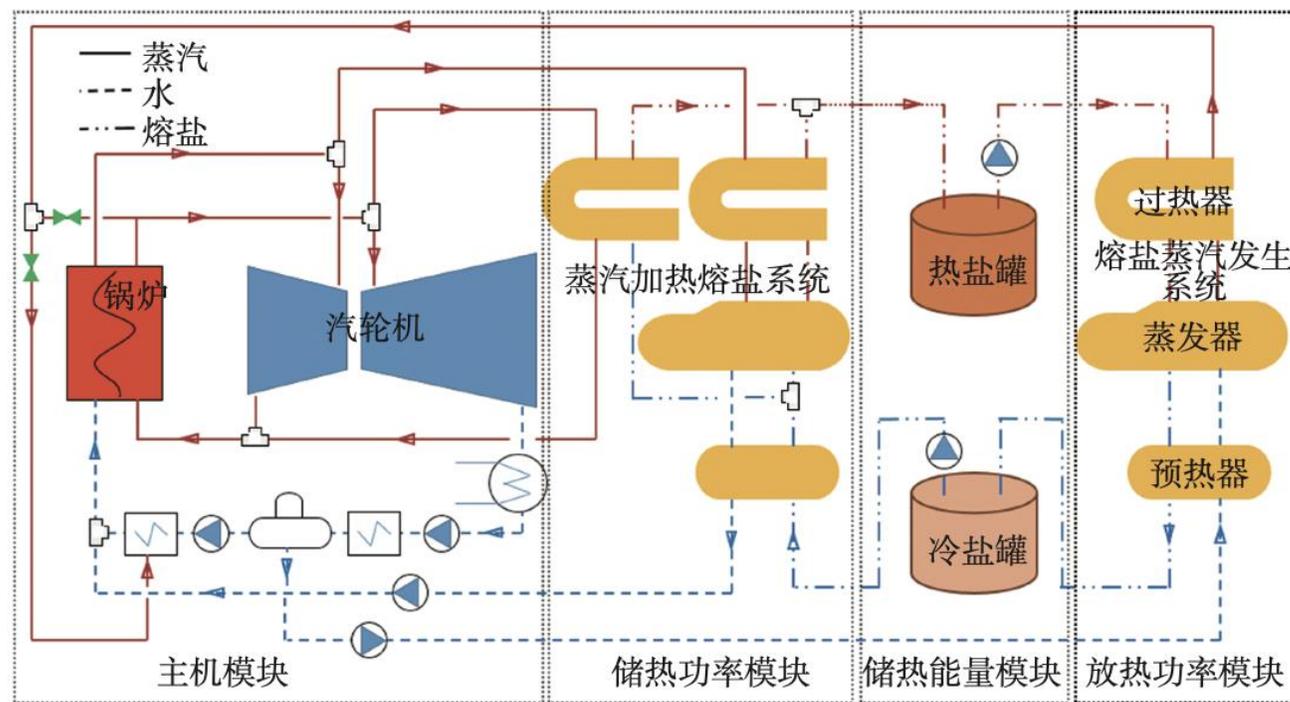
改造方案	存在的问题	具体情况
低负荷工况	经济性下降	机组深度调峰时大幅偏离设计工况，主机效率降低，热损失增加，同时辅机空转率增加，厂用电率增加
	影响设备寿命甚至是设备安全	例如，锅炉进行深度调峰容易造成热应力和材料疲劳，影响元器件寿命；；锅炉超低负荷时，空气动力场、烟气流场、炉内壁面温度场偏差大，水动力偏差加剧，安全隐患增加等等
	运行难度和工作量增加	对煤质稳定性要求高，这必然增加电厂的燃料成本和管理难度；制粉系统和烟风系统的运行复杂性增加，协调控制难度加大
热电联产机组	只适用于采暖期，无法在非采暖期实现调峰	采用“电锅炉+热水罐”的供热方案将高品质的二次能源用于民用采暖，效率低、供热经济性差，综合效益低下

来源：《基于高温熔盐储热的火电机组灵活性改造技术及其应用前景分析》，李峻，华安证券研究所整理

3.4 利用高温熔盐储热技术的新型改造方案

- 目前存在的新型灵活性改造方案是将光热电站中的大容量高温熔盐储热系统，嵌入传统的“锅炉-汽机”热力系统中，削弱原本刚性联系的“炉机耦合”。
- 这一方案大幅度增加火电机组的调峰能力，并能解决传统灵活性改造方案存在的问题。
- 高温熔盐储热技术的改造下，火电机组可以更好的适应电力市场的改革，实现大容量高参数供热和延寿改造。

图20 嵌入高温熔盐储热系统的火电机组工艺图

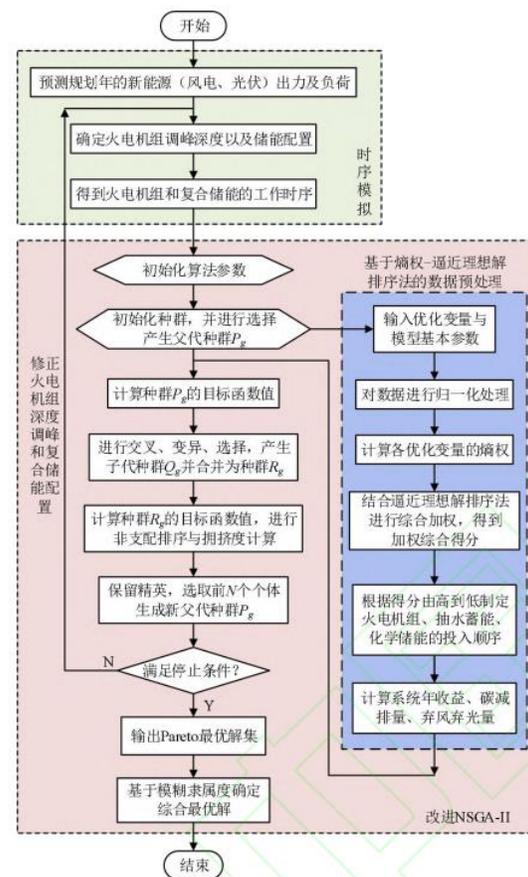


来源：《基于高温熔盐储热的火电机组灵活性改造技术及其应用前景分析》，李峻，华安证券研究所整理

1.5 火电机组深度调峰与复合储能协调规划模型

- 从经济性、碳减排量、弃风弃光量三方面，学者提出构建火电机组深度调峰与复合储能协调的多目标规划模型。
 - 目标1：最大化年收益；
 - 目标2：最大化年碳减排量；
 - 目标3：最小化年弃风弃光量。
- 由于火电机组深度调峰、化学储能、抽水蓄能这3类灵活性资源在时空上的能量转移特性不同，对三者进行协调规划有利于满足系统不同时间尺度的调峰需求。
- 由2025年及2030年的规划方案可知，火电机组深度调峰改造容量和调峰深度都达到上限，说明火电机组深度调峰是抽水蓄能机组建设过程中，电池储能成本进一步下降前首选的灵活性资源。

图21 基于改进NSGA-II的多目标规划模型求解流程图



来源：《兼顾碳减排和新能源消纳的火电机组深度调峰与复合储能协调规划》，朱健宇，华安证券研究所整理



4 建议关注公司

图22 上市公司业绩及估值情况

分类	公司	代码	股价 (元)	EPS (元)				PE (倍)				投资评级
				2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	
光热EPC	首航高科	002665.SZ	3.93	-0.09	/	/	/	-44.31	/	/	/	未评级
	东华科技	002140.SZ	10.1	0.35	0.55	0.49	0.59	28.75	18.45	20.82	17.12	未评级
	上海电气	601727.SH	4.58	-0.64	/	/	/	-7.14	/	/	/	未评级
火电改造+光热	西子洁能	002534.SZ	15.8	0.57	0.28	0.65	0.97	27.79	56.67	24.30	16.28	未评级
熔盐罐	兰石重装	603169.SH	7.76	0.09	0.15	0.22	0.30	82.60	53.52	35.35	26.15	买入
	兰科高新	601798.SH	7.62	-0.49	/	/	/	-15.56	/	/	/	未评级
	锡装股份	001332.SZ	71.92	2.87	/	/	/	25.09	/	/	/	未评级
液压驱动	川润股份	002272.SZ	6.79	0.12	/	/	/	58.08	/	/	/	未评级
钢管	久立特材	002318.SZ	16.08	0.81	1.20	1.38	1.50	19.79	13.46	11.64	10.72	未评级
支架	振江股份	603507.SH	36.32	1.26	/	/	/	28.90	/	/	/	未评级
熔盐	盐湖股份	000792.SZ	22.3	0.82	2.98	2.50	2.64	27.05	7.48	8.93	8.45	未评级

来源：同花顺iFinD，华安证券研究所整理

注：截止至2023年4月7日收盘，未评级公司盈利预测来自同花顺一致预期



5 风险提示

1. 政策变动风险；
2. 核心技术更新不及预期的风险；
3. 原材料大幅波动的风险；
4. 测算市场空间的误差风险；
5. 项目进展不及预期的风险。



重要声明及评级说明

重要声明

分析师声明

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，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。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。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，

A股以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

行业评级体系

增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；

中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

公司评级体系

买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；

增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；

中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至；

卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；

无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。



谢谢!

欢迎关注华安机械团队

