



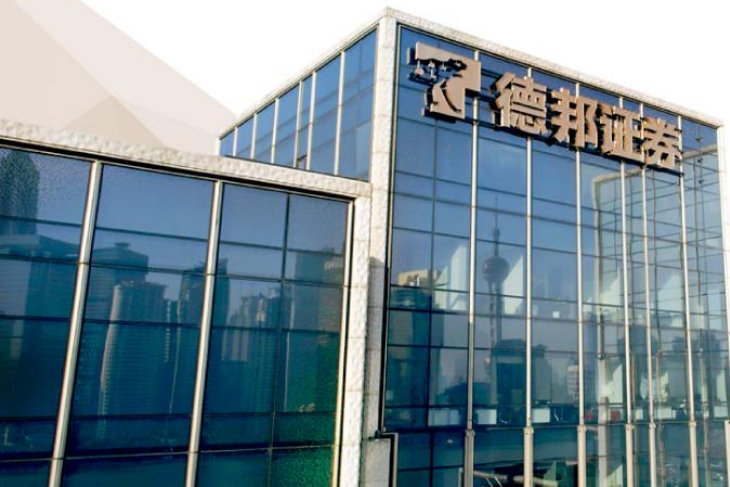
德邦证券  
Topsperity Securities

证券研究报告|行业深度

光热发电

2023年6月7日

# 光热行业深度系列报告：自带储能的太阳能利用形式，千亿级市场加速到来



## 证券分析师

姓名：俞能飞

资格编号：S0120522120003

邮箱：yunf@tebon.com.cn

姓名：唐保威

资格编号：S0120523050003

邮箱：tangbw@tebon.com.cn

- **光热发电——自带储能的太阳能热电利用形式。**太阳能热发电，也称聚光型太阳能热发电(Concentrating Solar Power，简称CSP)或光热发电(Solar Thermal Electricity，简称STE)，是目前已实现商业化的两种太阳能发电技术之一。其由于大规模储热系统的存在，可以实现连续、稳定、可调度的高品质电力输出，因而具备广阔的发展前景。
- **光热发电原理及运行机制深度解析——为何光热具备优秀的调峰能力。**太阳能热发电包含一系列的能量转换过程，首先太阳光摄入镜场，镜场将接收的太阳法向直接辐射能聚焦反射到集热器表面，集热器将接收的反射辐射能转换为传热介质(熔盐)的热能，传热介质的热能传递给过热蒸汽，过热蒸汽通过汽轮机组将热能转换为机械能，并通过发电机转换为电能，最后电能扣除厂用电后输出到电网。光热在前端同样受到太阳光变化的扰动，后端流速控制是光热系统稳定的关键，而熔盐储热为流速控制提供保障。
- **储能、调峰从“伪需求”逐步转为刚性需求，具备深度调峰能力的光热价值需重视。**在国家首次实施20个光热示范项目的“十三五”初期，新能源装机量占比仍较小，火电占比约66%，此时新能源对电网的影响还不大，对储能调频调峰的需求也不高，同时由于光热初始投资成本较高，导致了首批光热示范项目最终并网不足50%。但是随着新能源的装机比例不断提高，对于调峰的需求有望成为刚性需求，光热的价值也将进一步得到体现。
- **光热调峰价值逐渐显现，政策扶持力度加码。**目前，随着各地“十四五”能源及可再生能源规划接连出台，各地光热发电规划也已明晰，多个包含光热风光热互补新能源项目已正式获批并陆续启动建设。今年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》，指出力争“十四五”期间，全国光热发电每年新增开工规模达到300万千瓦左右。
- **2030年全球光热总装机量有望达到73GW，2020-2030年均增速28%。**IEA预计2020-2030年光热装机量有望以每年28%左右的复合增速快速增长，2020-2050年则有望以每年15%左右的复合增速增长，到2030年全球光热总装机量有望达到73GW。根据国家能源局“十四五”期间每年新开工光热3GW的指引，由于2021、2022年国内新开工光热合计仅约1GW，故2023-2025年有望保持年均4.5GW的开工规模。由此我们预计2023-2025年国内光热开工或将迎来热潮，千亿级别市场或将加速到来。
- **相关标的：**首航高科（国内光热发电的领军企业，技术水平达到国际先进水平）；西子洁能（参股可胜技术，自主研发的光热系统获国家能源领域首台（套）重大技术装备）；川润股份（塔式光热定日镜液压驱动系统领头羊）；锡装股份（完全掌握光热电厂蒸汽发生系统和油盐换热器等核心装备的设计及制造技术）；安彩高科（子公司自主研发的光热玻璃打破技术垄断）等。
- **风险提示：**光热电站建设落地进展不及预期；光热相关支持政策发生变化；被其他储能或调峰技术取代等风险

# 目录 CONTENTS

01 光热概述——光热发电的概念、历史及现状

02 发电原理——光→热→电的转换：以塔式光热为例

03 运行机制——熔盐储能保障光热发电的稳定性

04 市场空间——曲折中前进，千亿级市场加速到来

05 投资建议

06 风险提示



# 01

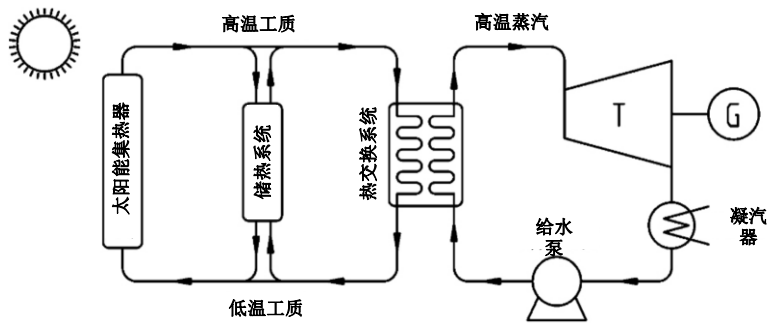
## 光热概述——光热发电的概念、历史及现状

# 01 光热概述——光热发电的概念、历史及现状

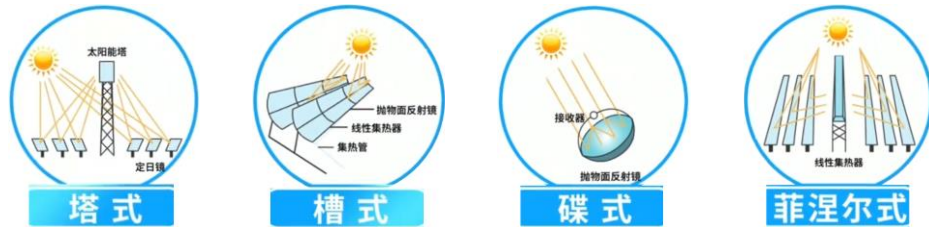
## 1.1 光热发电——自带储能的太阳能热电利用形式

- **利用反射镜将阳光聚集发电，自带储能实现稳定电力输出。**太阳能热发电，也称聚光型太阳能热发电(ConcentratingSolarPower，简称CSP)或光热发电(SolarThermalElectricity，简称STE)，是目前已实现商业化的两种太阳能发电技术之一。它利用大量反射镜以聚焦的方式将太阳直射光聚集起来，加热工质并进行储存，再利用高温工质产生高温高压的蒸汽，驱动汽轮发电机组发电。由于大规模储热系统的存在，太阳能热发电可以实现连续、稳定、可调度的高品质电力输出，因而具备广阔的发展前景。
- **光热系统组成包括集热、储热、换热、发电，根据集热方式不同又划分四大类型。**光热发电系统主要由太阳能集热器、储热系统、热交换系统、发电系统构成。根据集热形式不同又可分为塔式、槽式、菲涅尔式、碟式四类，塔式系统是利用平面反射镜将太阳光反射到中心高塔顶部的吸热器上，即采用点聚焦方式；槽式系统和菲涅尔式系统都是线聚焦方式，聚光反射镜将太阳光反射到细长线型的管状集热器上，碟式光热发电是利用旋转抛物面聚光镜将太阳光聚集在集热器上。

图表：光热系统的主要组成部分



图表：不同类型的光热电站

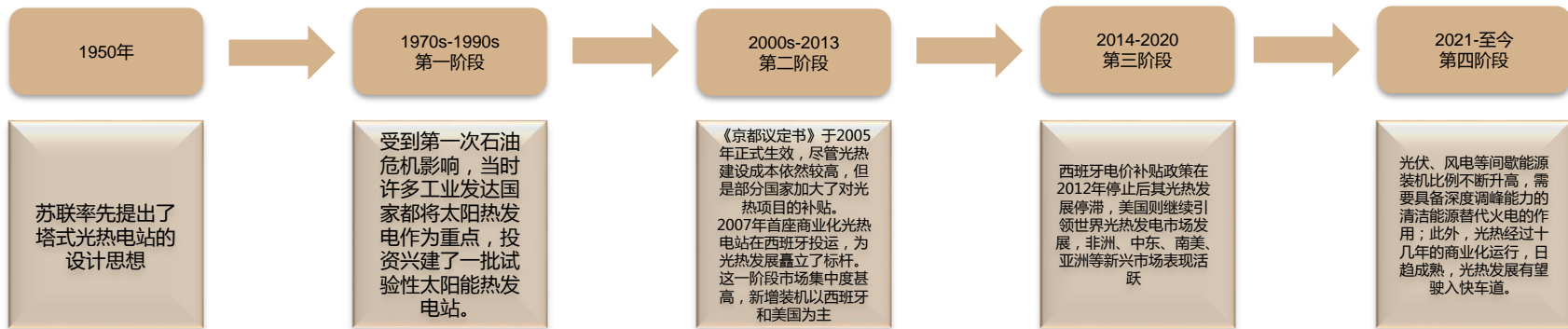


# 01 光热概述——光热发电的概念、历史及现状

## 1.2 过去几十年光热历经波浪式发展，新能源时代或将加速产业化

- **近代人类对光热探索始于17世纪，多为个人发明。**近现代世界范围内人类对太阳能热的利用可以追溯到1615年，当时法国工程师所罗门·德·考克斯发明世界上第一台太阳能驱动的发动机，利用太阳能加热空气使其膨胀做功而抽水；1860法国数学教授Auguste Mouchout研制将太阳热能转换成机械能的装置来驱动汽车，当时人类对光热的探索多停留在个人发明阶段。1913年，费城发明家Frank Shuman在开罗郊区建造了世界第一座太阳能热电站，产生的蒸汽用来驱动功率为45KW的蒸汽马达进行农业灌溉，但一战爆发和廉价石油的发现打碎了Shuman大规模复制太阳能发电厂的梦想。
- **现代前苏联率先提出了塔式光热电站的设计思想，此后经历波浪式发展。**1950苏联率先提出了塔式光热电站的设计思想，此后光热的发展主要包括四个阶段：第一阶段为1970s-1990s，受到第一次石油危机影响，先进工业国为了寻找替代石油的新能源，不约而同地开展了利用太阳能的研究；第二阶段为21世纪初到2013年，此阶段全球政府对气候变暖的关注度越来越高，尽管光热建设成本依然较高，但是部分国家加大了对光热项目的补贴；第三阶段为2014年-2020年，此阶段主要特征是新兴市场出现且表现活跃，光热发电从集中市场转为多个区域市场；第四阶段为2021年至今，一方面光伏、风电等间歇能源装机比例不断升高，需要具备深度调峰能力的大型储能清洁能源形式，另一方面光热经过十几年的商业化运行，日趋成熟，光热发展有望驶入快车道。

图表：光热系统的主要组成部分

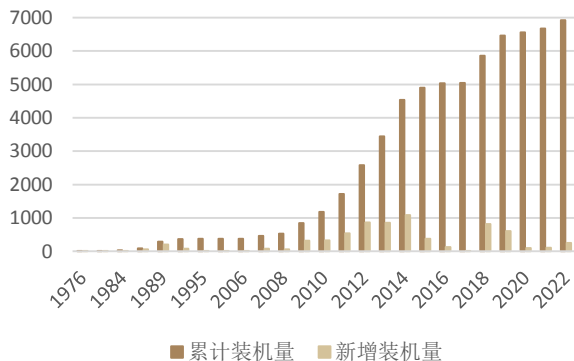


# 01 光热概述——光热发电的概念、历史及现状

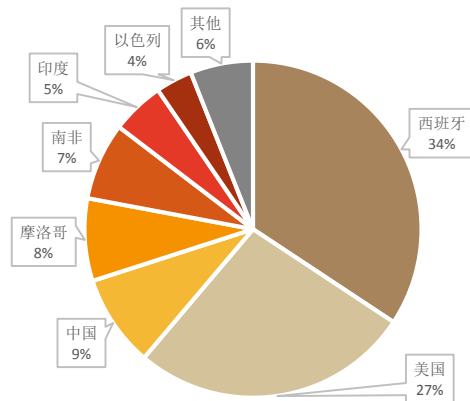
## 1.3 2022年全球光热累计装机量不足7GW，西班牙、美国、中国占比高

- **全球光热累计装机约7GW，西班牙和美国占据过半市场。**2022年国内外各新增一个光热发电项目，国内玉门鑫能二次反射塔式光热发电示范项目，装机容量50MW，电站设计储热时长9小时；国外为迪拜太阳能光热光伏混合项目中的槽式1号机组，装机容量200MW，储热时长13.5小时。截至2022年，全球光热累计装机量约7GW，其中西班牙占比约34%，美国占比约27%，中国占比约9%。美国早在1982年就建立了当时最大的塔式光热电站SolarOne（10MW，后被改造为SolarTwo）；而西班牙2007年建成了世界上第一个商业化运行的塔式太阳能光热发电站PS10，这两个国家已经掌握了光热发电大量的关键技术，是目前光热的主要市场。
- **我国基本掌握核心技术，光热发展大幕正在徐徐拉开。**我国在光热领域的探索起步并不算晚，早在20世纪70年代中期，我国就在天津建造过一套功率为1kw的塔式太阳能光热发电装置。2012年，八达岭1MW塔式光热实验电站于北京延庆调试发电，这是我国乃至亚洲首座兆瓦级塔式光热项目，并且其所有的技术、设备全部都是我国自主研发和制造的，标志着我国具备独立建设大型光热电站能力。2016年国家能源局发布《关于建设太阳能热发电示范项目的通知》，确定第一批太阳能热发电示范项目共20个，总计装机容量134.9万千瓦，正式拉开了我国光热高速发展的大幕。

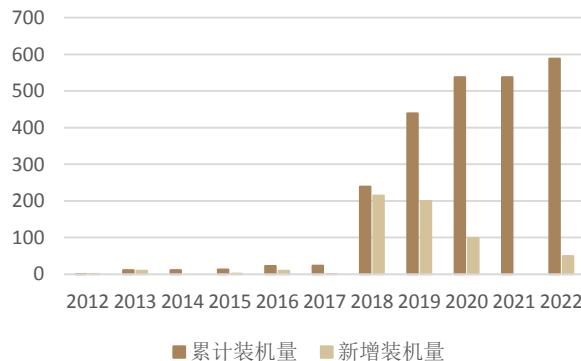
图表：全球光热新增装机量及累计装机量情况（MW）



图表：2022年全球光热装机地区分布



图表：中国新增装机量及累计装机量情况（MW）



# 02

发电原理——光→热→电的转换：  
以塔式光热为例



# 02 发电原理——光→热→电的转换：以塔式光热为例

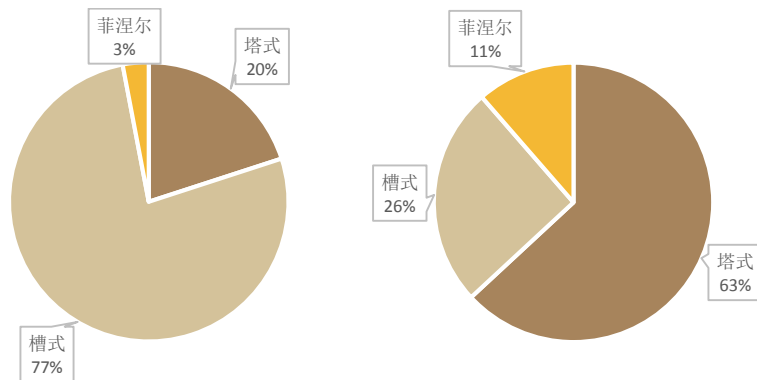
## 2.1 光热电站可选择4种主要聚光形式，塔式最具发展潜力

- **塔式、碟式、槽式、菲涅尔式光热电站特点各异。**根据光的聚焦方式不同，光热发电分为点聚焦方式的的塔式、碟式太阳能光热发电系统，线聚焦方式的的槽式、线性菲涅尔式太阳能光热发电系统。槽式是首个商业化的发电方式，其技术标准、运营经验都是比较成熟的，设备易于生产安装，但聚光效率和运行温度较低、热能耗较大；塔式具有集热温度高(560~570℃)，蒸汽参数高，热动效率高，导热管回路短等优点，所以在造价控制和规模化商业应用中具有独到优势，但由于镜面与塔距离远，定日镜对焦难度大，对跟踪的命中率和精准度有很高的要求，技术难度较高；线性菲涅尔光热发电系统结构部件简单，投资低，但聚光比低、光电效率低；碟式光热发电系统尽管发电效率最高，但是因核心部件斯特林机故障率高，且难以实现大容量储能，目前仅适应于小容量分布式发电。
- **全球和我国光热装机结构不同，塔式最具发展潜力。**值得注意的是，全球大部分国家/地区光热装机以槽式为主，而我国则以塔式为主。由于槽式商业化较早，技术更加成熟，存量装机较大，尤其是西班牙曾经的电价补贴政策令该国投运了大量的光热电站，而且主要是以槽式电站为主。而在新建/在建项目中，塔式熔盐储能光热发电因其较高的系统效率、较大的成本下降空间，有望逐渐成为最主流的光热发电技术路线。我国光热项目多为2016年首批示范项目后开工建设，从装机容量来看塔式占据60%的装机量。

图表：不同类型光热电站主要参数对比

参数	槽式	塔式	碟式	线性菲涅尔式
单机容量 (MW)	10~300	10~200	0.01~0.025	10~200
成熟度	商业化	商业化	示范	示范
聚光方式	线聚焦	点聚焦	点聚焦	线聚焦
聚光比	10~100	300~1500	1000~3000	35~170
跟踪方式	单轴	双轴	双轴	单轴
传热介质	水/蒸汽、熔盐、导热油、空气	水/蒸汽、熔盐	氢、熔盐	水/蒸汽、熔盐
吸热器工作温度 (°C)	150~550	300~1200	300~1500	150~400
年均效率	10%~16%	10%~22%	16%~29%	8%~12%
最高效率	20.00%	23.00%	29.50%	18.00%
储能条件	大规模熔盐储能	大规模熔盐储能	无储能或电池储能	大规模熔盐储能
应用范围	大容量独立发电	大容量独立发电	小容量分布式发电	大容量独立发电
单位造价/(美元/w)	2.7~4.0	2.5~4.4	1.3~12.6	~5.4
度电成本/(美元/(kWh))	0.13~0.26	0.08~0.16	0.25	0.28

图表：全球（左）和我国已建成的太阳能热发电系统结构

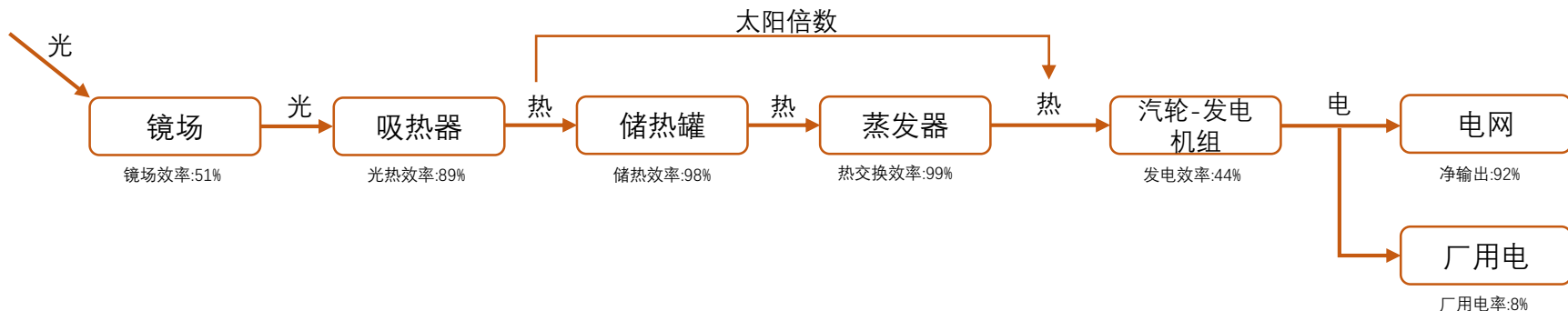


# 02 发电原理——光→热→电的转换：以塔式光热为例

## 2.2 光到电转换经历数个步骤，镜场、透平及吸热器损耗较大

- **太阳光经过光→热→机械→电的转换，最终输入电网。**塔式熔盐太阳能热发电包含一系列的能量转换过程，首先太阳光摄入镜场，镜场将接收的太阳法向直接辐射能聚焦反射到集热器表面，集热器将接收的反射辐射能转换为传热介质(熔盐)的热能，传热介质的热能传递给过热蒸汽，过热蒸汽通过汽轮机组将热能转换为机械能，并通过发电机转换为电能，最后电能扣除厂用电后输出到电网。
- **塔式系统综合效率可接近20%，镜场效率及发电机组效率较低。**参考现有塔式电站数据，假设镜场效率51%、吸热器效率89%、储热罐效率98%、蒸发系统效率99%、蒸发系统效率99%、发电机组效率44%、厂用电率8%，则整个系统综合效率约20%，净输出效率约18%。此时若光照强度为1000W/m<sup>2</sup>，不考虑其他因素，则单位面积镜场塔式光热系统输出到电网的净功为180W。
- **储换热效率接近100%，镜场效率提高或是短期主要方向。**系统效率中储换热系统效率已接近100%，提升空间小；发电机组效率44%，与常规电厂一致，效率需要整个行业共同努力提高；镜场效率包括余弦效率、大气透射效率、阴影遮挡效率、截断效率等，有望通过多角度优化使镜场效率提升。

图表：光到电的主要过程及效率损失



## 02 发电原理——光→热→电的转换：以塔式光热为例

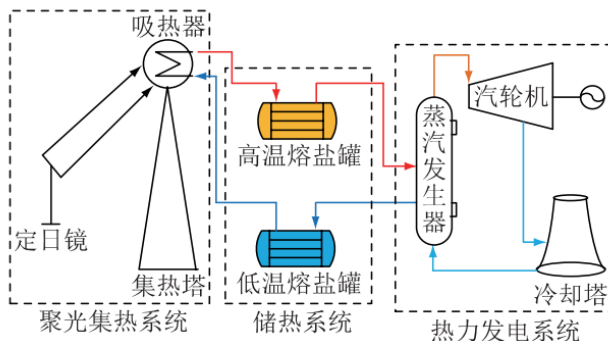
### 2.3 发电原理深度解析：从设计建造的角度看待一座光热电站

- **需要自主设计的重要参数——太阳倍数，影响镜场规模及储能效率。**假设光热系统效率如前文所述，若某光热电站要求净输出功率50MW，则涡轮机输出功率为54.35MW，涡轮机输入热功率123.52MW。而吸热器的输出功率数值，是由太阳倍数决定的。太阳倍数是指特定的设计点中吸热器输出热功率与透平机组额定热功率之比。若太阳倍数为1，则吸热器的输出功率为123.52MW，此时若要求满负荷发电则吸热器没有多余的功率用来储能；若太阳倍数为2，则吸热器的输出功率为247.04MW，此时吸热器可以用一半的功率来储热。提高太阳倍数会增加系统（尤其是镜场）的投资成本，同时镜场规模扩大会增加发电量，可能又会降低全周期的度电成本。所以如何选择太阳倍数需要根据具体情况确定，为进行后续计算此处假设太阳倍数为2.5，故吸热器输出功率为308.79MW。
- **设计点DNI——为聚光及储热系统设备选型提供依据。**“设计点”是用于确定太阳能集热系统参数的某时刻对应的气象条件和太阳法向直射辐照度（DNI）等。可选春分日或夏至日正午瞬时DNI为设计点，其中春分日的日辐照强度在光学中认为与全年平均辐照强度误差在5%左右，可以代表全年直射辐照平均值；而理论上全年其他时间点的瞬时DNI均低于夏至日正午，选择夏至日时则无需担心吸热器超温（吸热器超温自燃是非常严重的事故）。根据前文，吸热器输入功率应为346.96MW，镜场接收光功率为680.31MW。假设设计点DNI为800W/m<sup>2</sup>，则项目所需定日镜总面积为85万m<sup>2</sup>。

图表：塔式光热电站现场图



图表：熔盐塔式光热电站运行原理



## 02 发电原理——光→热→电的转换：以塔式光热为例

### 2.3 发电原理深度解析：从设计建造的角度看待一座光热电站

- **需要自主设计的重要参数——储能时长，决定储能系统容量及熔盐用量。** 储能时长具体是指储热系统能储存的最大热量可以供汽轮机组在额定功率下运行的最长时间，它和太阳倍数是影响太阳能热发电站年性能和经济性评价的2个关键设计参数，两者的不同组合决定不同光热电站出力及运行模式。储能时长本身也直接影响了储能介质（太阳盐）的用量。和太阳倍数一样，如何选择储能时长需要根据具体情况确定，为进行后续计算假设储能时长为10h，则整个储能系统的容量为500MWh/1248MWh。若冷盐罐温度为290℃，热盐罐为585℃，根据太阳盐的比热容，可知储能所需熔盐重量为9727t，假设其他熔盐及备料补料等占总熔盐重量的30%，则系统需要的熔盐总重量约为1.39万吨。

图表：塔式光热电站的基本设计要素

项目	数值	单位
<b>发电系统</b>		
装机规模	50	MW
净输出率	92.00%	
涡轮机输出功率	54.35	MW
循环热效率	44.00%	
涡轮机额定热功率	123.52	MW
<b>聚光集热系统</b>		
太阳倍数	2.5	
吸热器输出热功率	308.79	MW
光热效率	89.00%	
吸热器输入光功率	346.96	MW
镜场效率	51.00%	
镜场接收光功率	680.31	MW
设计点DNI	800.00	W/m <sup>2</sup>
项目所需定日镜总面积	850392.3	m <sup>2</sup>
<b>储热系统</b>		
储能时长	10	h
换热系统效率	99.00%	
表观储能容量	500.00	MWh
实际储能容量	1247.65	MWh
比热容	1565.23	J/kg/°C
冷罐温度	290	°C
热罐温度	585	°C
储能熔盐重量	9727.39	t
熔盐补料、备料	30.00%	
熔盐总需求量	13896.27	t

# 03

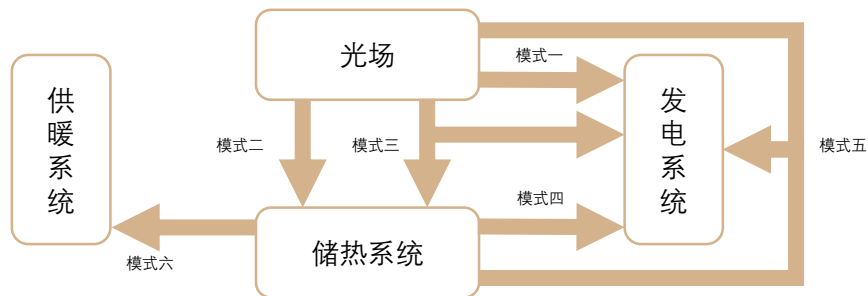
## 运行机制——熔盐储能保障光热发电的稳定性

# 03 运行机制——熔盐储能保障光热发电的稳定性

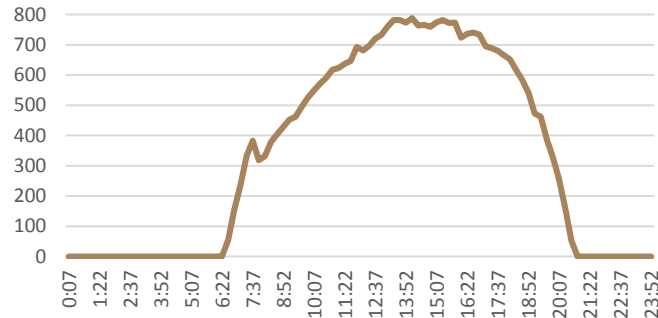
## 3.1 光热电站通过数种模式在不同的光照条件下运行

- **5+1种运行模式保障光热适应不同的日照条件。**由于光热电站的集热量、储热量和发电量直接受到阳光条件的影响，因此一天内各个时刻所处的运行模式是有差异的，基本运行模式有6种：1) 光场吸收的热能全部用于生产过热蒸汽，并驱动汽轮机组发电；2) 光场吸收的热能全部送入蓄热系统储存；3) 光场吸收的热能部分存储，部分发电；4) 仅利用蓄热系统中储存的能量产生过热蒸汽，并驱动汽轮机组发电；5) 同时利用光场及蓄热系统中的能量产生蒸汽，驱动汽轮机组发电；6) 利用蓄热系统中存储的热量进行供暖。上述六种模式中前五种是相互独立的，即光热电站在某一时刻只能运行在其中一种模式下，而第六种模式则可与前五种的任何一种耦合运行，从而可使光热电站转变为热电联产运行模式。
- **光热系统根据不同的辐照强度调整运行模式。**下图为Gemasolar电站所在地某一日辐照度随时间变化曲线。仍以前文设计的光热电站为例，以满负荷运行为目标，由于太阳倍数为2.5，设计点DNI为800W/m<sup>2</sup>，所以当实际DNI为320W/m<sup>2</sup>时，光热功率恰好与电机功率匹配（模式一）。当天的DNI分别在7:30左右和20:00左右两个时间点达到320W/m<sup>2</sup>，以此为界，在早上六点到七点半这个时间段里，DNI从0逐渐提升，但仍较低，此时必须由光场+储能系统共同完成发电（模式五）；早上七点半到晚上八点这个时间段内，DNI大于320W/m<sup>2</sup>，经太阳倍数放大吸热器输出功率已超过系统满载所需热功率，此时应将多余的热量用工质储存（模式三）；晚上八点到九点DNI迅速降低为0，此时又回到模式五；除此以外的其他时间由于没有光照，系统通过储热系统输出电力（模式四）；当发电系统停机或无负载时光场能量全部输入储能系统（模式二）。

图表：6种典型的光热运行模式



图表：西班牙Gemasolar电站所在地7月某日不同时刻DNI数据(W/m<sup>2</sup>)

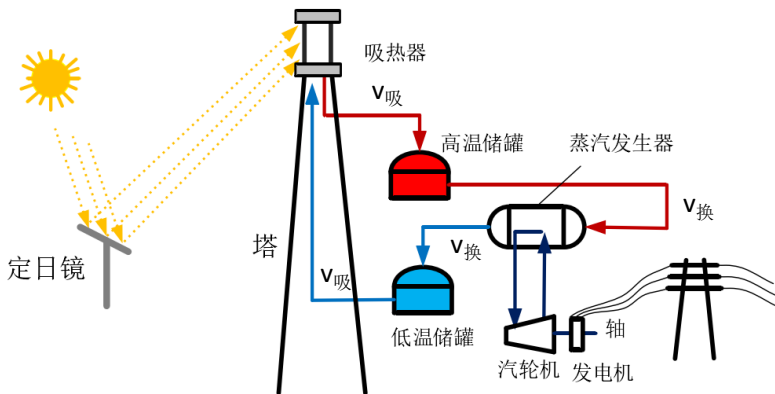


# 03 运行机制——熔盐储能保障光热发电的稳定性

## 3.2 光热发电稳定运行的本质——人为调节后端流速进而控制系统功率

- **光热电站可通过熔融盐的流速条件实现系统稳定。** 汽轮机功率大小与蒸汽进气量、蒸汽焓降等有关，蒸汽流量越大、焓降越大则汽轮机的功率也越大，而光热系统中蒸汽的能量来自于与其发生热交换的熔盐工质。我们这里将熔盐在左侧与吸热器相连的部分的流速记为 $v_{吸}$ ，将右侧与换热系统连接的部分的流速记为 $v_{换}$ 。理想条件下，若光热系统某一时刻在模式一下满负荷运行，此时 $v_{吸}=v_{换}$ 。此时若阳光突然被乌云遮挡导致DNI降低为原来的一半，我们只需要把 $v_{吸}$ 调整为原来的1/2， $v_{换}$ 保持不变，对发电机组就不会造成影响，此时由于 $v_{换} > v_{吸}$ ，熔盐将更多地从热盐罐中流入冷盐罐。同样，在太阳辐照升高时，只需去调快前端 $v_{吸}$ 的速度，后端 $v_{换}$ 仍保持不变，辐照的变化就不会影响发电系统，而此时 $v_{换} < v_{吸}$ ，熔盐将更多地从冷盐罐流入热盐罐。
- **流速控制是光热系统稳定的关键，而熔盐储热为流速控制提供保障。** 光热系统工作时，只要确定了系统负载大小，进而确定相应的 $v_{换}$ 并保持不变，那么前端扰动只需要通过调节 $v_{吸}$ 就能解决。而实现这一切离不开熔盐储热系统的支持，只有设计好了这个部分，整个系统才有条件在足够长的时间内保持 $v_{换}$ 不变。光热发电比火电调节能力、调节速度更优，火电若不做另外的改造，受锅炉的影响，其调节范围只有50%-100%，而光热发电可以达到15%-100%，且很容易实现。

图表：塔式电站示意图



# 04

## 市场空间——曲折中前进，千亿级市场加速到来



# 04 市场空间——曲折中前进，千亿级市场加速到来

## 4.1 国内首批20个光热示范项目并网8个，为后续光热发电技术大规模发展奠定基础

- 首批光热示范项目规划共20个，对于引导光热发电产业链建设、核心装备自主化发展以及人才队伍培养发挥了重大作用。为推动我国太阳能热发电技术产业化发展，2015年9月，国家能源局发布《关于组织太阳能热发电示范项目建设的通知》（国能新能〔2015〕355号），决定组织一批太阳能热发电示范项目建设。《通知》提出：通过示范项目建设，形成国内光热设备制造产业链，扩大太阳能热发电产业规模；培育若干具备全面工程建设能力的系统集成商，以适应后续太阳能热发电发展的需要。2016年9月，国家能源局印发《关于建设太阳能热发电示范项目的通知》（国能新能〔2016〕223号），确定第一批太阳能热发电示范项目共20个，总计装机容量134.9万千瓦，分别分布在青海省、甘肃省、河北省、内蒙古自治区、新疆维吾尔自治区。示范项目名单公布后，各项目投资企业根据实际情况，积极开展了不同程度的示范项目建设工作，以期按要求建成投产，发挥项目应有的示范引领作用。
- 截至2022年末我国光热并网项目9个，规模合计不足1GW。太阳能热发电示范项目是我国首次大规模开展的太阳能热发电利用示范工程。截至2022年底，并网发电太阳能热发电示范项目共9个，总容量55万千瓦；其中，塔式项目6个，槽式项目2个，线菲式1个。经过不断消缺以及运维经验的逐步提高，各电站性能较2021年均不同程度的提高。通过太阳能光热联盟调研评估发现，示范项目对于引导光热发电产业链建设、核心装备自主化发展以及人才队伍培养发挥了重大作用。通过光热发电示范项目实施，我国已完全掌握了拥有完整知识产权的聚光、吸热、储换热、发电等核心技术，高海拔、高寒地区的设备环境适应性设计技术，以及电站建设与运营技术，为后续光热发电技术大规模发展奠定了坚实基础。

图表：我国太阳能热发电示范项目运行情况

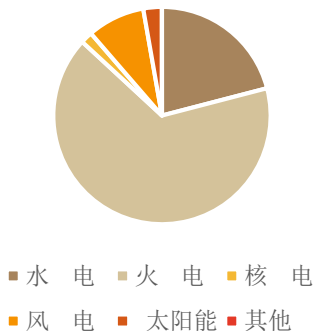
首批太阳能热发电示范项目名单						
序号	类别	项目名称	储能时长 (h)	装机容量 (MW)	是否并网 (截至2022年末)	
1	塔式	青海中控太阳能发电有限公司德令哈熔盐塔式5万千瓦光热发电项目	6	50	√	
2		北京首航艾启威节能技术股份有限公司敦煌熔盐塔式10万千瓦光热发电示范项目	11	100	√	
3		中国电建西北勘测设计研究院有限公司共和熔盐塔式5万千瓦光热发电项目	6	50	√	
4		中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司哈密熔盐塔式5万千瓦光热发电项目	8	50	√	
5		国电投黄河上游水电开发有限责任公司德令哈水工质塔式13.5万千瓦光热发电项目	3.7	135		
6		中国三峡新能源有限公司金塔熔盐塔式10万千瓦光热发电项目	8	100		
7		达华工程管理（集团）有限公司尚义水工质塔式5万千瓦光热发电项目	4	50		
8		玉门鑫能光热第一电力有限公司熔盐塔式5万千瓦光热发电项目	6	50	√	
9		北京国华电力有限责任公司玉门熔盐塔式10万千瓦光热发电项目	10	100		
10		常州龙腾太阳能热发电设备有限公司玉门东镇导热油槽式5万千瓦光热发电项目	7	50		
11	槽式	深圳市金凯能源科技有限公司阿克塞5万千瓦熔盐槽式光热发电项目	15	50		
12		中海阳能源集团股份有限公司玉门东镇导热油槽式5万千瓦光热发电项目	7	50		
13		内蒙古中核龙腾新能源有限公司乌拉特中旗导热油槽式10万千瓦光热发电项目	4	100	√	
14		中广核太阳能德令哈有限公司导热油槽式5万千瓦光热发电项目	9	50	√	
15		中节能甘肃武威太阳能发电有限公司古浪导热油槽式10万千瓦光热发电项目	7	100		
16		中阳张家口察北能源有限公司熔盐槽式6.4万千瓦光热发电项目	16	64		
17		兰州大成科技股份有限公司敦煌熔盐线性菲涅尔式5万千瓦光热发电示范项目	13	50	√	
18		北方联合电力有限责任公司乌拉特旗导热油菲涅尔式5万千瓦光热发电项目	6	50		
19		中信张北新能源开发有限公司水工质菲涅尔式5万千瓦光热发电项目	14	50		
20		张北华强兆阳能源有限公司张家口水工质菲涅尔式5万千瓦太阳能热发电项目	14	50		
合计				1349	8	
首批多能互补集成优化示范工程						
21	塔式	鲁能格尔木多能互补工程50MW塔式光热电站	12	50	√	
并网项目合计				550	9	

# 04 市场空间——曲折中前进，千亿级市场加速到来

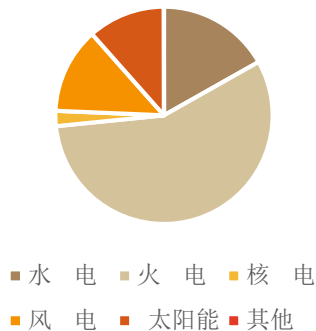
## 4.2 光伏、风电等间歇性能源装机比例迅速提高，重视具备深度调峰能力的光热价值

- **光伏、风电装机比例迅速提高。**2015年末，我国发电设备累计装机量约15亿千瓦，其中风电占比不足9%；光伏占比不足3%。此后清洁能源在“十三五”期间快速发展，到2020年末，我国发电设备累计装机量约22亿千瓦，其中风电占比约13%；光伏占比约12%。光伏、风电装机比例5年间合计提高了13个百分点。到了2022年末，我国发电设备累计装机量约25.6亿千瓦，其中风电占比14%，光伏占比15%，风光合计占比已经接近30%。
- **光伏风电占比越高，越需要具备深度调峰能力的储能形式。**光伏、风电本身不具备储能能力，光伏只能在白天发电，风电则受到天气情况、风力大小的影响。这些能源资源分散，且具有随机性、间歇性等特点，存在消纳问题，对电网并不友好。随着光伏、风电装机比例提高，对于具备深度调峰能力的储能需求也越发增强。
- **储能、调峰从“伪需求”逐步转为刚性需求，具备深度调峰能力的光热价值需重视。**在国家首次实施20个光热示范项目的“十三五”初期，新能源装机量占比仍较小，火电占比约66%，此时新能源对电网的影响还不大，对储能调频调峰的需求也不高，同时由于光热初始投资成本较高，导致了首批光热示范项目最终并网不足50%。但是随着新能源的装机比例不断提高，对于调峰的需求有望成为刚性需求，光热的价值也将进一步得到体现。

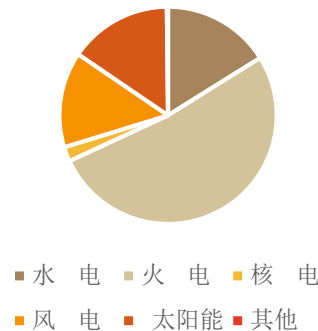
图表：2015年我国发电设备装机结构



图表：2020年我国发电设备装机结构



图表：2022年我国发电设备装机结构



# 04 市场空间——曲折中前进，千亿级市场加速到来

## 4.3 新增光热项目持续增加，政策扶持力度加码

- **风光热互补大潮形成，2021年以来新规划光热项目持续增加。**2021年至今，在风光热互补开发的大趋势下，历经首批示范后陷入沉寂的中国光热发电行业终于迎来新一波发展热潮。在青海、甘肃、新疆、内蒙古、吉林等资源优质区域，发挥太阳能热发电储能调节能力和系统支撑能力，建设长时储热型太阳能热发电项目，推动太阳能热发电与风电、光伏发电基地一体化建设运行，提升新能源发电的稳定性可靠性。根据CSPLAZA的统计，2021年以来我国部分光热项目总数量已经超过40个，总装机超4000MW，全面超过了2016年首批20个示范项目1349MW的规划量。
- **光热调峰价值逐渐显现，政策扶持力度加码。**2022年6月，九部委联合印发“十四五”可再生能源规划，其中明确了十四五时期光热发电行业的发展主基调：提升可再生能源存储能力方面，将有序推进长时储热型太阳能热发电发展，推进关键核心技术攻关，推动太阳能热发电成本明显下降；目前，随着各地“十四五”能源及可再生能源规划接连出台，各地光热发电规划也已明晰，多个包含光热的风光热互补新能源项目已正式获批并陆续启动建设。今年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》，指出力争“十四五”期间，全国光热发电每年新增开工规模达到300万千瓦左右。

图表：2021年以来我国部分光热项目

序号	地区	在建/拟开发光热项目数量	在建/拟开发光热项目装机容量 (MW)
1	青海省	9	1150
2	甘肃省	12	1170
3	新疆自治区	13	1350
4	内蒙古自治区	2	400
5	吉林省	2	200
6	西藏自治区	4	242
	合计	42	4512

图表：2021年以来我国部分光热政策

发文时间	文件名称	发文机构	主要内容
2021年4月	2021年能源工作指导意见	国家能源局	在确保安全的前提下积极有序发展核电。推动有条件的核能供热示范项目尽早建成并网。
2021年8月	关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知	国家发改委、国家能源局	鼓励多渠道增加调峰资源。承担可再生能源消纳对应的调峰资源，包括抽水蓄能电站、化学储能等新型储能、气电、光伏电站、灵活性制造改造的煤电。
2021年10月	2030年前碳达峰行动方案	国务院	积极发展太阳能光热发电，推动建立光热发电与光伏发电、风电互补调节的风光热综合可再生能源发电基地。推进熔盐储能供热和发电示范应用。
2022年3月	2022年能源工作指导意见	国家能源局	积极探索作为支撑、调节性电源的光热发电示范。扎实推进在沙漠、戈壁、荒漠地区的大型风电光伏基地中，建设光热发电项目。
2022年4月	“十四五”能源领域科技创新规划	国家能源局、科学技术部	应用推广开发光热发电与其他新能源多能互补集成系统，发掘光热发电调峰特性，推动光热发电在调峰、综合能源等多场景应用。
2022年5月	关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案	国家发展改革委、国家能源局	完善调峰调频电源补偿机制，加大煤电机组灵活性改造、水电扩机、抽水蓄能和太阳能热发电项目建设力度。 <b>鼓励西部等光照条件好的地区使用太阳能热发电作为调峰电源</b>
2022年8月	加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划的通知	工业和信息化部、财政部、商务部、国务院国有资产监督管理委员会、国家市场监督管理总局	积极发展太阳能光热发电，推动建立光热发电与光伏、储能等多能互补集成。
2023年4月	关于推动光热发电规模化发展有关事项的通知	国家能源局	<b>力争“十四五”期间，全国光热发电每年新增开工规模达到300万千瓦左右。</b>

# 04 市场空间——曲折中前进，千亿级市场加速到来

## 4.4 “推动光热发电规模化发展”指引下，光热市场空间有望快速增长

- **IEA预计2030年全球光热总装机量有望达到73GW。**IEA预计2020-2030年光热装机量有望以每年28%左右的复合增速快速增长，2020-2050年则有望以每年15%左右的复合增速增长，到2030年全球光热总装机量有望达到73GW，2040年有望超280GW，2050年突破400GW。按照IEA的指引，我们预测2023-2030年全球光热市场年均约1317亿元。
- **国内光热市场“十四五”期间每年新开工3GW，2023-2025年或迎装机热潮。**根据国家能源局“十四五”期间每年新开工光热3GW的指引，由于2021、2022年国内新开工光热合计仅约1GW，故2023-2025年有望保持年均4.5GW的开工规模。由此我们预计2023-2025年国内光热开工或将迎来热潮。预计我国2023-2030年光热市场年均约852亿元。

图表：2023-2030年全球及我国光热市场规模测算

	2021	2022E	2023F	2024F	2025F	2026F	2027F	2028F	2029F	2030F
塔式单GW投资成本（亿元）	190	180	170	165	160	155	150	145	140	135
槽式单GW投资成本（亿元）	213	202	190	185	179	174	168	162	157	151
菲涅尔单GW投资成本（亿元）	344	326	308	299	290	281	272	263	253	244
全球光热装机量（GW）	6.7	7.0	9.1	11.8	16.5	24.8	34.7	45.0	58.6	73.2
全球光热新增装机量（GW）	0.1	0.3	2.1	2.7	4.7	8.3	9.9	10.4	13.5	14.6
塔式新增（GW）	0.1	0.1	0.9	1.6	3.1	5.8	7.4	7.8	10.1	11.0
槽式新增（GW）	0.0	0.2	1.2	1.0	1.4	2.1	2.0	1.6	2.0	2.2
菲涅尔新增（GW）	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	1.0	1.4	1.5
塔式市场空间（亿元）	20.9	9.0	160.1	269.3	490.3	895.2	1113.8	1130.5	1419.0	1482.3
槽式市场空间（亿元）	0.0	40.3	219.1	175.9	253.5	358.1	332.7	253.2	317.9	332.0
菲涅尔市场空间（亿元）	0.0	0.0	0.0	40.6	68.3	115.8	134.4	272.9	342.6	357.8
全球光热市场合计（亿元）	20.9	49.3	379.2	485.8	812.1	1369.0	1580.9	1656.7	2079.4	2172.2
中国光热装机量（GW）	0.5	0.6	1.1	2.2	5.2	11.5	18.9	26.2	35.0	43.8
中国光热新增装机量（GW）	0.0	0.0	0.5	1.2	3.0	6.3	7.4	7.3	8.8	8.8
中国新增占全球比	0.00%	20.00%	22.58%	43.11%	63.63%	75.75%	75.00%	70.00%	65.00%	60.00%
塔式新增（GW）	0.0	0.0	0.4	0.8	2.1	4.4	5.6	5.5	6.6	6.6
槽式新增（GW）	0.0	0.0	0.1	0.4	0.9	1.6	1.5	1.1	1.3	1.3
菲涅尔新增（GW）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.7	0.9	0.9
塔式市场空间（亿元）	0.0	9.0	60.2	135.4	336.0	678.1	835.4	791.4	922.3	889.4
槽式市场空间（亿元）	0.0	0.0	22.5	65.0	161.3	271.3	249.5	177.3	206.6	199.2
菲涅尔市场空间（亿元）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.7	100.8	191.0	222.7	214.7
中国光热市场合计（亿元）	0.0	9.0	82.7	200.4	497.3	1037.1	1185.7	1159.7	1351.6	1303.3



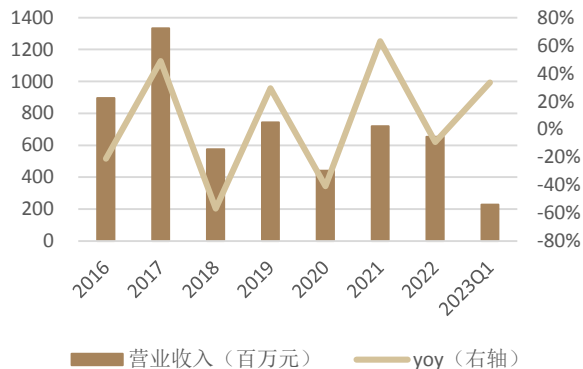
# 05

## 投资建议

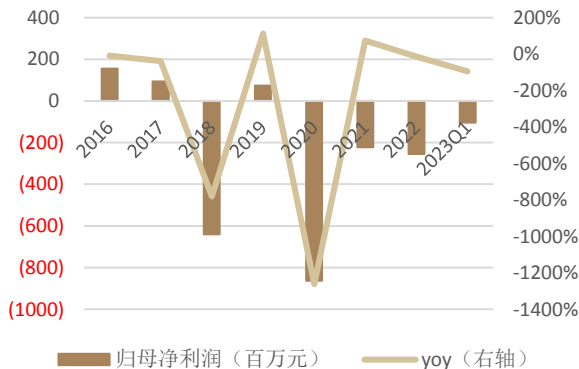
## 5.1首航高科

- **光热电站、储能技术的全面解决方案及核心设备供应商。**公司是主要从事光热发电、光热储能+多能互补、氢能利用、电站空冷、余热发电、清洁供暖、海水淡化等领域的研发、设计、制造、设备供应、建设、运维，项目投资及项目总承包等服务的高新技术型企业。是光热电站、储能技术的全面解决方案及核心设备供应商，是清洁能源和新型电力系统核心设备的供应商。公司主要产品为电站空冷系统成套设备及太阳能热发电系统核心装备、成套服务及运营。
- **国内光热发电的领军企业，技术水平达到国际先进水平。**首航高科敦煌100MW塔式熔盐储能光热发电项目获批为国家第一批光热电站示范项目，该项目集热系统、储热能系统、换热系统，聚光系统、生产线检测技术，吸热气技术均获得可再生能源协会颁发的科技成果鉴定报告，并获得中国可再生能源协会科学技术进步奖。公司掌握光热发电核心技术，具备产业链最全的光热核心设备制造能力，是光热电站、储能技术的全面解决方案提供商，清洁能源和新型电力系统核心设备的供应商。公司同时具备了塔式、槽式、蝶式技术，是国内唯一一家光热发电全产业链布局的公司。

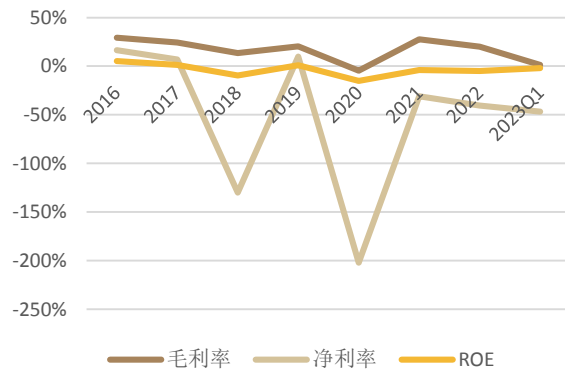
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



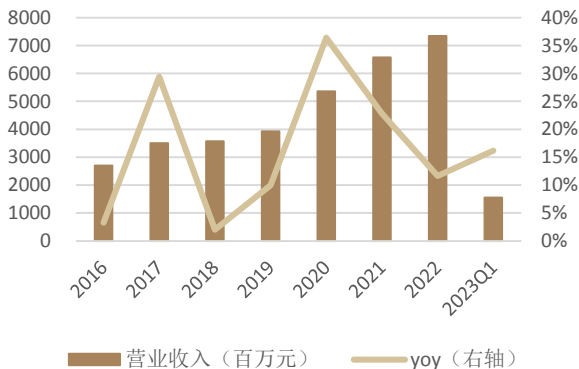
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



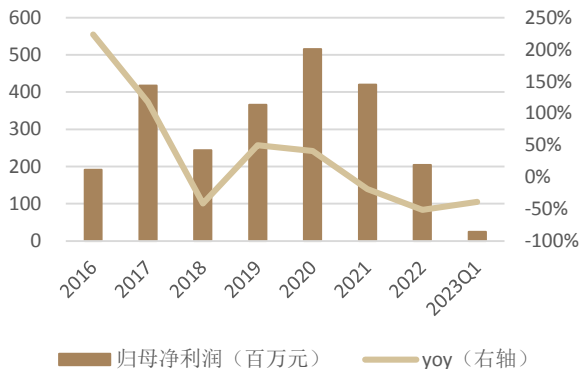
## 5.2 西子洁能

- **余热锅炉龙头，致力于成为全球领先的清洁能源装备及解决方案供应商。**西子洁能前身是中国余热锅炉领军企业杭州锅炉集团股份有限公司，主要从事余热锅炉、清洁能源发电装备等产品的咨询、研发、生产、销售、安装及工程总承包业务。公司是目前国内规模最大、品种最全的余热锅炉研究、开发、设计和制造基地，公司设有全国余热锅炉行业归口研究所、国家认定企业技术中心。作为国内余热锅炉行业的领先企业，公司先后参与多项余热锅炉产品的国家标准和行业标准的制定工作，进一步巩固了公司的行业地位。
- **参股可胜技术，自主研发的光热系统获国家能源领域首台（套）重大技术装备。**截至公司2022年末公司持有可胜技术7.84%的股权，可胜技术是全球领先的熔盐储能光热发电解决方案提供商，承建了我国首批光热发电示范项目之一“青海中控德令哈50MW塔式熔盐储能光热电站”。公司自主研发“适用于光热与储热系统的大功率熔盐吸热器与熔盐蒸汽发生系统”并荣获国家能源领域首台（套）重大技术装备，该系统应用于青海德令哈50MW塔式熔盐储能光热发电项目，其平均发电量达成率为全球同类型电站投运后同期的最高纪录。

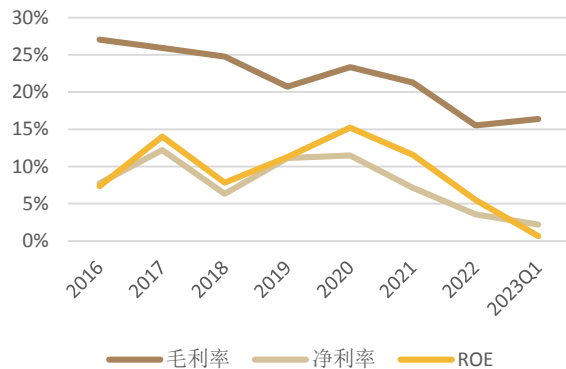
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



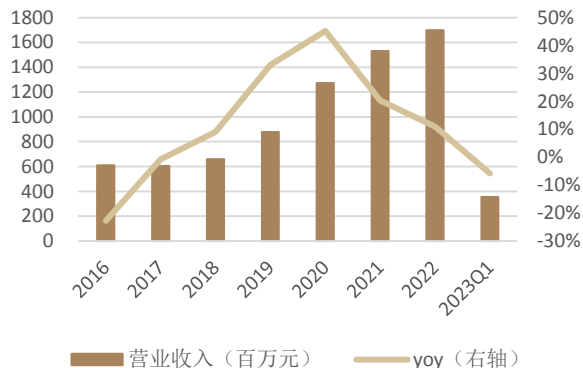
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



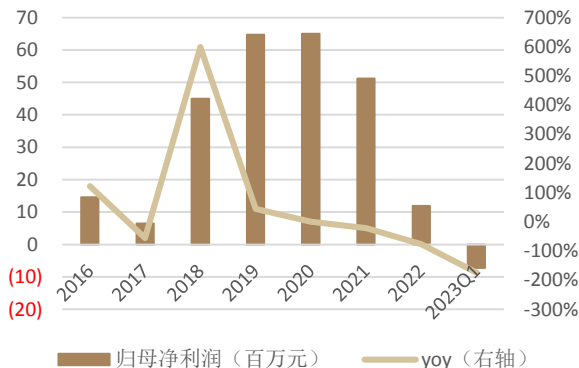
## 5.3 川润股份

- 深耕流体控制技术领域的高端装备制造业务，产品应用广泛。**公司专注液压润滑流体控制、清洁能源装备、流体工业技术服务和数字化供应链智造服务四大业务。产品与服务广泛应用于新能源、清洁电力、储能、工程机械、石油化工、冶金冶炼、建材等行业。经过多年的努力，公司已发展成为国内技术水平先进、规模化生产的高端装备制造和工业服务提供商，在行业中具有一定品牌竞争优势。公司是国内排名前列的润滑油压设备生产基地，四川机械工业50强，国家高新技术企业和四川省重合同守信用企业，公司全资子公司川润液压荣获国家级专精特新“小巨人”企业。
- 塔式光热定日镜液压驱动系统领头羊，有望享受光热行业大发展红利。**公司承担国内首个商业化运营的塔式光热项目全系列液压跟踪及控制系统，完成了国内“50MW塔式光热发电定日镜液压驱动系统”示范项目研发。液压站是光热电站的核心驱动设备，通过液压系统驱动液压油缸为塔式反射镜片提供镜片水平偏转动力矩及俯仰偏转动力矩，控制镜片高精度的追踪太阳光，公司未来有望享受光热行业大发展红利。

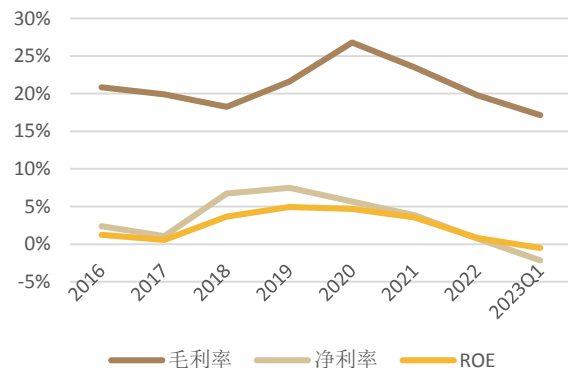
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况

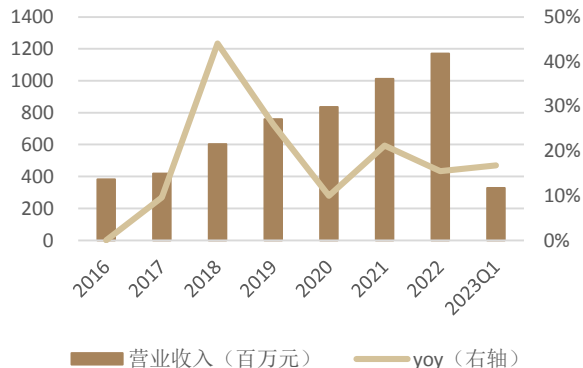




## 5.4 锡装股份

- **主要从事金属压力容器的研发、设计、制造、销售及相关技术服务。**公司成立于1984年，长期深耕于能源、化工装备行业，主要从事石油化工、精细化工、天然气、海洋工程装备、核电、太阳能光电及光热发电等领域应用的金属压力容器的研发、设计、制造、销售及相关技术服务，目前已形成以换热压力容器、反应压力容器、储存压力容器、分离压力容器和撬装模块装备为主的五大产品系列，致力于向客户提供充分满足其需求的特种设备。
- **完全掌握光热电厂蒸汽发生系统和油盐换热器等核心装备的设计及制造技术。**公司在太阳能光热发电领域深耕多年，潜心研发，培养核心竞争力。完全掌握了太阳能光热电厂蒸汽发生系统和油盐换热器等核心装备的设计及制造技术，成功自主设计制造了中广核德令哈50MW光热电厂的油盐换热器设备，确保我国第一个大型商业运行光热发电项目顺利投运发电，标志着公司成为全球为数不多的掌握该领域核心技术的厂家之一。国家首批光热示范项目的中船重工乌拉特中旗100MW光热电厂，是我国在建的最大槽式光热发电项目，其核心装备之一油盐换热器同样由公司设计制造。随着国家大力支持光热清洁能源发展，公司将持续加大研发投入，有信心成为该细分领域的领导企业。

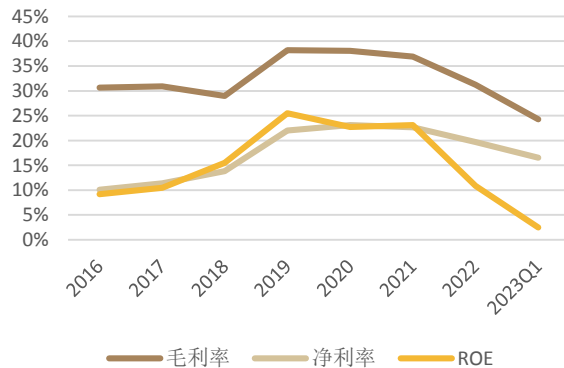
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



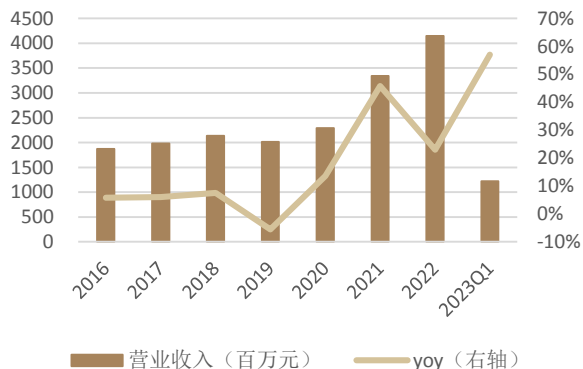
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



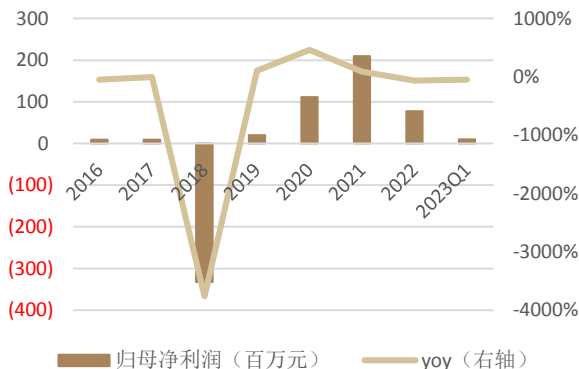
## 5.5安彩高科

- **20多年电子玻璃和10余年光伏玻璃制造经验，以光伏产业为突破口不断拓展市场空间。**安彩高科曾是中国最大的彩色玻壳生产基地，公司主要产销太阳能光伏超白压延玻璃、优质浮法玻璃、节能玻璃、液化天然气、压缩天然气等产品，公司具有20多年电子玻璃和10余年光伏玻璃制造经验和技术发展历程，拥有博士后科研工作站、国家级企业技术中心和市级光伏玻璃镀膜工程研究中心。
- **收购全球第二家具备批量生产光热玻璃技术的企业，自主研发的光热玻璃打破技术垄断。**2021年9月，公司收购光热科技100%股权，新增超白浮法玻璃、光热玻璃生产力。光热科技是全球第二家具备批量生产光热玻璃技术的企业，自主研发的光热玻璃打破技术垄断，主要技术指标达到行业先进水平，产品批量应用于青海、甘肃、迪拜等国内外大型光热电站项目，累计销售光热玻璃130万平米，取得了客户的广泛认可。公司将把握国内光热电站建设机遇，积极跟踪光热电站项目建设进展，加大市场开拓力度，充分发挥技术、市场和客户优势，把握行业发展和国产替代机遇，积极争取更多光热玻璃订单，努力提升公司经营业绩。

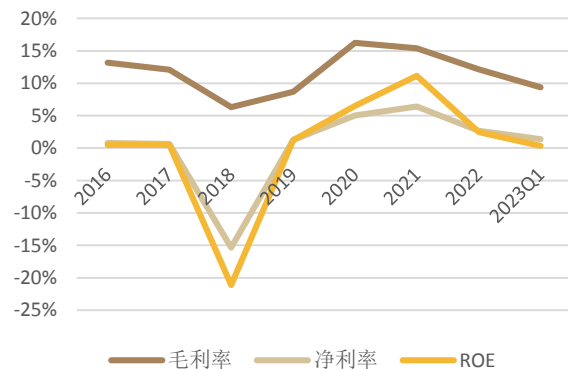
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况





# 06 风险提示

# 风险提示

- （一）光热电站建设落地进展不及预期；
- （二）光热相关支持政策发生变化；
- （三）被其他储能或调峰技术取代；

## 分析师与研究助理简介

俞能飞：德邦证券研究所智能制造组组长，机械设备首席分析师。厦门大学经济学硕士，曾于西部证券、华西证券、国泰君安等从事机械、中小盘研究。擅长挖掘底部、强预期差、高弹性标的研究。作为团队核心成员获得2016年水晶球机械行业第一名；2017年新财富、水晶球等中小市值第一名；2018年新财富中小市值第三名；2020年金牛奖机械行业最佳行业分析团队。

## 投资评级说明

	类别	评级	说明
1.投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅；	股票投资评级	买入	相对强于市场表现20%以上；
		增持	相对强于市场表现5%~20%；
		中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
		减持	相对弱于市场表现5%以下。
2.市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。	行业投资评级	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与10%之间；
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平10%以下。

**分析师声明：**本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度、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。

**法律声明：**

本报告仅供德邦证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。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所引致的任何损失负任何责任。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。市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦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，未经德邦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。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营范围包括证券投资咨询业务。



**德邦证券**  
Topsperty Securities

德邦证券股份有限公司

地址：上海市中山东二路600号外滩金融中心N1幢9层

电话：+862168761616 传真：+862168767880

400-8888-128