



# 2023-2024中国太阳能热发电技术产业发展现状

汇报人：赵晓辉

国家光热产业技术创新战略联盟副理事长

中电工程西北电力设计院有限公司副总工程师 科技创新中心总经理

时间：2024.09

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

NORTHWEST ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO., LTD. OF CHINA POWER ENGINEERING CONSULTING GROUP

一、光热发电技术

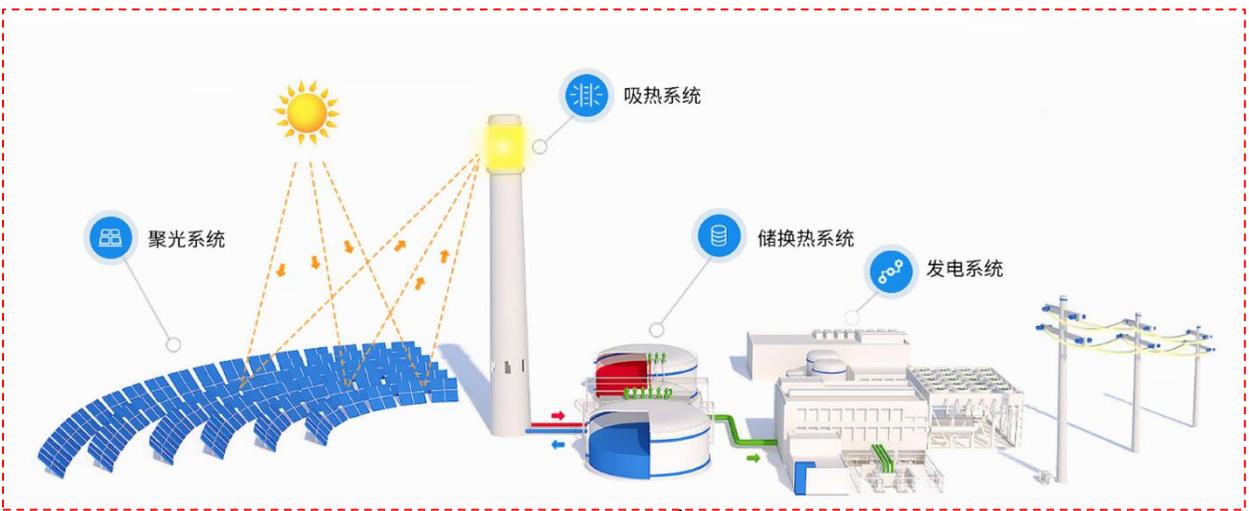
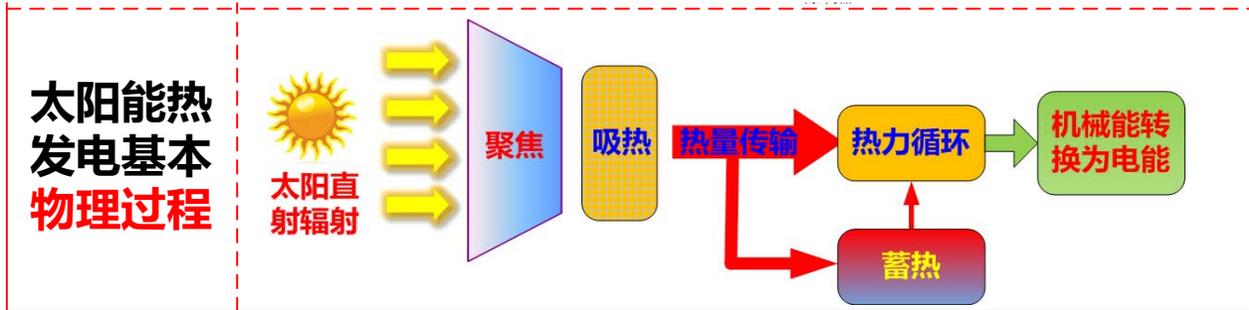
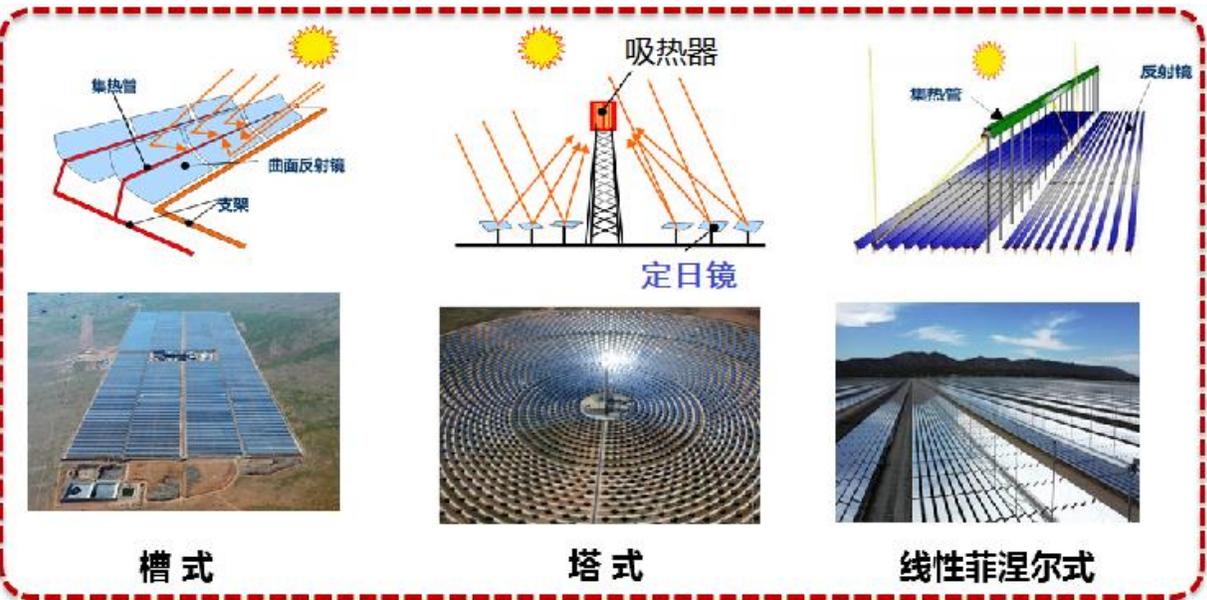
二、国内光热发电建设及发展现状

三、光热发电生存环境

四、当下的展望

# 第一部分:光热发电技术

- 太阳能热发电是将太阳能转换为热能，通过热功转换过程发电的系统。
- 一般依据上游能量收集环节的技术路线将其分为塔式光热发电，槽式光热发电、菲涅耳式光热发电和碟式光热发电。
- 储能环节以熔盐储能为主；发电环节以汽轮机为主。

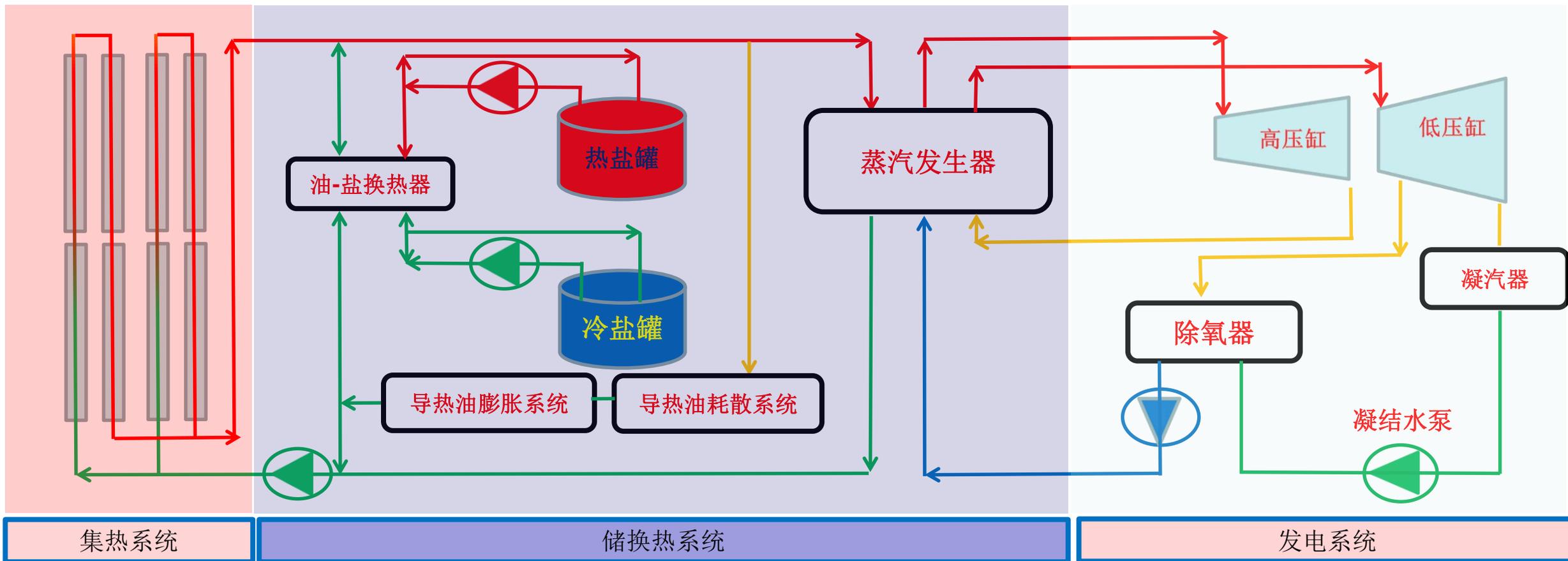


# 第一部分:光热发电技术



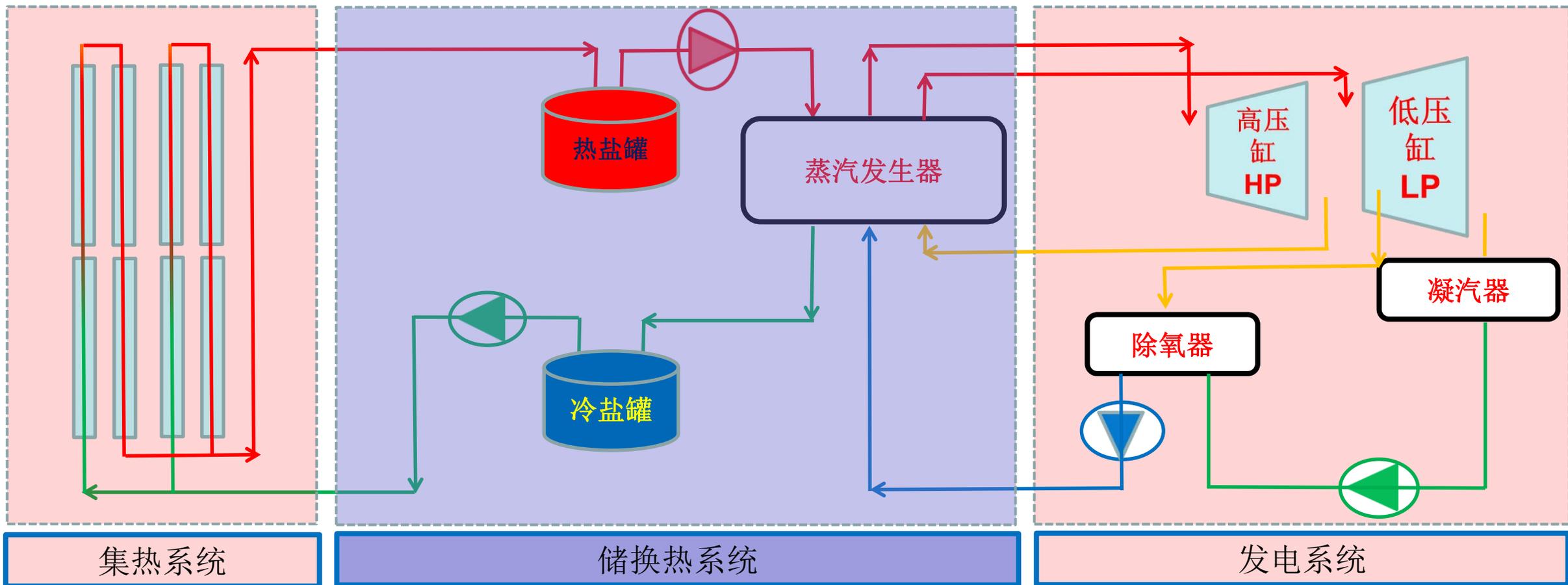
# 第一部分:光热发电技术

## 槽式导热油电站流程



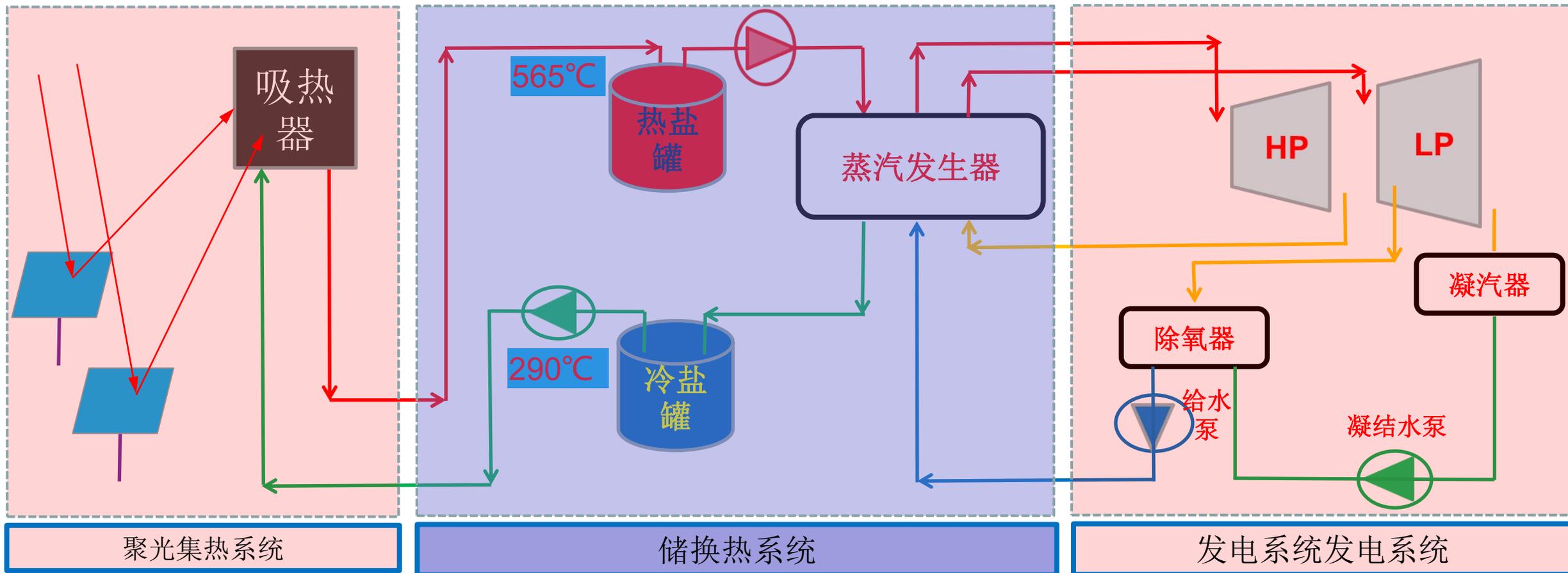
# 第一部分:光热发电技术

## 菲涅耳/槽式 熔盐电站流程示意图



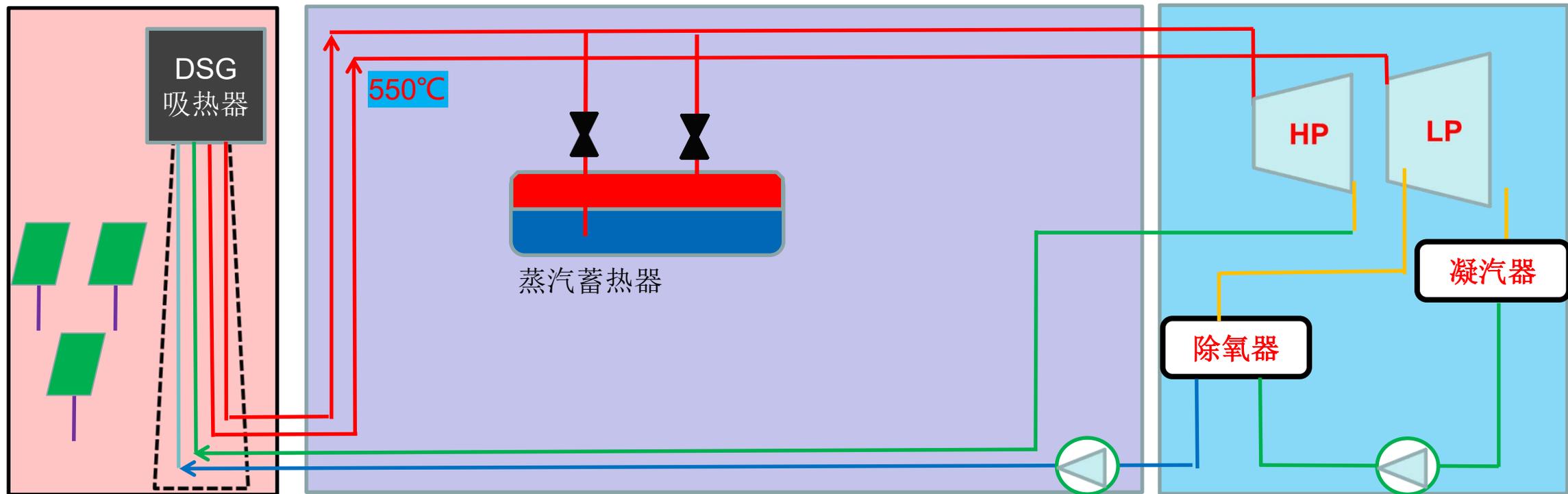
# 第一部分:光热发电技术

## 塔式熔盐电站流程示意图



# 第一部分:光热发电技术

## 塔式DSG水工质电站流程示意图



一、光热发电技术

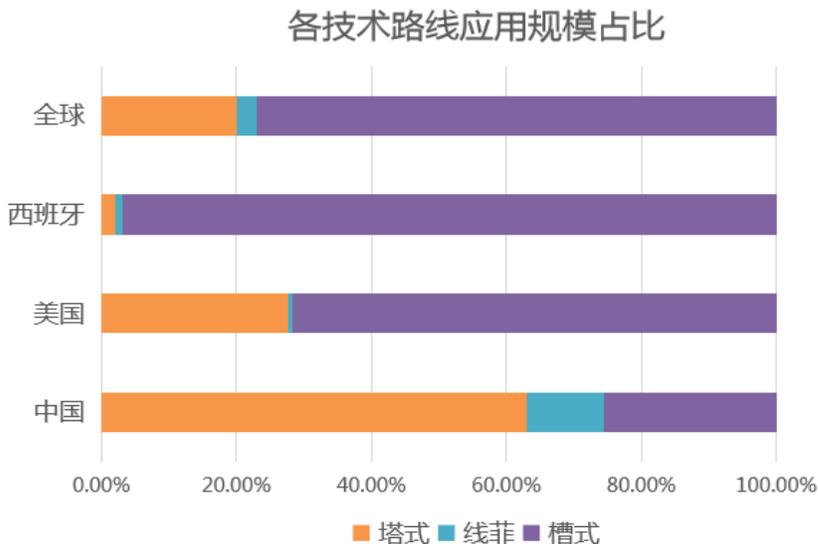
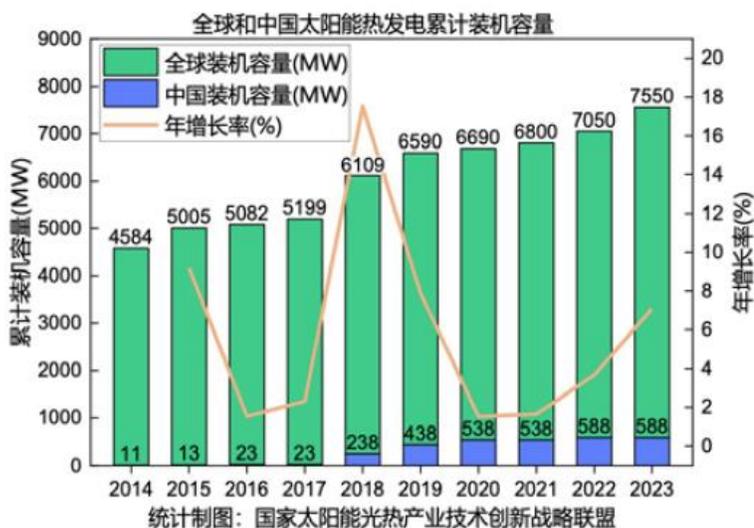
二、国内光热发电建设及发展现状

三、光热发电生存环境

四、当下的展望

## 二、国内光热发电建设及发展现状

据国家太阳能光热联盟主编的《中国太阳能热发电行业蓝皮书2023》统计，截至2023年底，全球太阳能热发电累计装机容量约**7550MW**（含已运行超过30年的退役机组274MW）。在已装机的电站中，**槽式占比约77%**，**塔式约20%**（其中熔盐塔占一半），**线菲约3%**。



截至2023年底，我国兆瓦级规模以上的光热发电机组累计装机容量约**588MW**，在已装机的电站中，**槽式占比约26%**，**塔式约65%**（全部为熔盐塔），**线菲式约9%**。

全球范围以及美国、西班牙等主流光热市场，有价格较高的上网电价，实际发电量决定了项目收益，槽式因发电可靠稳定风险小占绝对比例

## 二、国内光热发电建设及发展现状

7.55 GW

11%

- ✓ 全球各类已建成光热电站装机6.2GW
- ✓ 国际能源署预测，到2050年，光热发电将贡献全球总用电量的11%

588 MW

5.1 GWh

- ✓ 我国已建成光热电站11座，装机588MW
- ✓ 合计储能规模超过5.1GWh

1.15元/kWh

首批光热发电示范项目上网电价

0.61元/kWh

2025年塔式电站预计成本电价

0.53元/kWh

2027年塔式电站预计成本电价

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 塔式电站已投运项目运行情况 (50MW以上)

序号	项目名称	主要承建单位	投运时间 <sup>[1]</sup>	反射面积 <sup>[2]</sup> /万 m <sup>2</sup>	储能时长 <sup>[3]</sup> /h	设计发电量 <sup>[4]</sup> /亿 kWh	公布的最新长周期发电量 <sup>[5]</sup> /亿 度
1	首航节能敦煌100MW熔盐塔式光热发电项目	首航高科	2018.12	140	11	3.9	2.35 (2023.1-11)
2	中控德令哈50MW熔盐塔式光热发电项目	可胜技术	2018.12	54	7	1.46	1.58 (2021.9~2022.8)
3	中电建青海共和50MW塔式光热发电项目	中国电建集团西北院	2019.9	60	6	1.57	0.41 (2024.1-6)
4	鲁能海西格尔木50MW熔盐塔式光热发电项目	山东电力建设第三工程公司	2019.9	61	12	1.60	0.91 (2023)
5	中电工程哈密50MW塔式光热发电项目	中国能建中电工程西北院	2019.12	72	13	1.98	0.8 (2024.1-8)

资料来源: [1]~[4]来源于《2021 中国太阳能热发电行业蓝皮书》第12~22页, [5]参考CSPPLAZA公开报告文章; [6]发电量达成率=实际发电量/(设计发电量/12\*公布数据的月数)\*100%。用以表征电站是否在实际运行中达到设计发电量。

**可胜技术德令哈电站完全达产, 其余电站均实现稳定运行, 发电量稳步增长。**

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 塔式电站在建项目情况

- 截止2024年9月，正式开工建设的塔式光热电站共**20个（不含规划及未开工项目）**，都采用光热+的建设模式，光热及风电光伏的配比以**1:6及1:9**为主，镜场反射面积以**60~80万m<sup>2</sup>**为主，储能时长以**8小时**为主。其中，中能建西北院承担**3个**塔式项目EPC；可胜技术在聚光集热系统的市场占有率最高，共承担**11个**项目聚光集热系统的技术提供及设备供货。
- 塔式电站在建项目情况-吉林（2座）**

项目形象图	项目名称	风光配比情况	镜场面积(m <sup>2</sup> )	储热配置	最新建设进展
	吉西基地鲁固直流白城140万千瓦外送项目1-1（大安）	风电400MW+光伏200MW+光热100MW	58万	8h+40MW电加热	2023年12月，关键设备完成采购 2024年2月，EPC中标
	吉西基地鲁固直流白城140万千瓦外送项目2-1（通榆）	风电400MW+光伏200MW+光热100MW	58万	8h+40MW电加热	2024年5月，吸热塔基础浇筑完成 2024年8月，定日镜开始安装

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 塔式电站在建项目情况（甘肃-3座）

项目形象图	项目名称	风光配比情况	镜场面积(m <sup>2</sup> )	储热配置	最新建设进展
	阿克塞汇东新能源有限公司75万千瓦光热+示范项目	光伏640MW+光热110MW	58万	8h	2024年1月，定日镜安装完成 2024年8月，进入调试阶段
	金塔中光太阳能10万千瓦光热+60万千瓦光伏项目	光伏600MW+光热100MW	76.782万	8h	基本完成安装工作，等待升电站建成，计划今年12月投产
	三峡恒基能脉瓜州70万千瓦光热储能+项目	风电400MW+光伏200MW+光热100MW	80万 (双塔一机)	6h	2024年5月，汽轮发电机定子、汽包、蒸汽发生器完成 2024年8月，东塔吸热器吊装完成，进入调试阶段。

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 塔式电站在建项目情况（青海-5座）

项目形象图	项目名称	风光配比情况	镜场面积(m <sup>2</sup> )	储热配置	最新建设进展
	中广核德令哈200MW塔式光热发电项目	光伏800MW+光热200MW	64.6万	6h	2024年5月，汽机岛基础完成 2024年9月，吸热塔浇筑高度破百米，定日镜安装166套
	海南州共和县光热多能互补和源网荷储一体化项目	光伏900MW+光热100MW	50万	8h	2024年6月，吸热塔环基础浇筑完成；筒座钢筋安装完成，定日镜开始安装。

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 塔式电站在建项目情况（青海-5座）

项目形象图	项目名称	风光配比情况	镜场面积(m <sup>2</sup> )	储热配置	最新建设进展
	青海海南、海西基地青豫直流外送项目（1标段）	光伏900MW+光热100MW	70.02万	6h	2024年5月，定日镜场桩开始浇筑施工 2024年6月，吸热塔、熔盐储罐开始浇筑，
	青海海南、海西基地青豫直流外送项目（3标段）	光伏900MW+光热100MW	71.193万	12h	2024年5月，发电机定子吊装完成 2024年6月，定日镜晚装完成
	三峡能源海西基地格尔木光伏光热项目	光伏1000MW+光热100MW	74.75万	8h	2024年5月，吸热塔顺利封顶，发电机定子、汽包吊装就位 2024年8月，化学制水、DCS受电、吸热器保温防护安装完成

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 塔式电站在建项目情况（新疆-10座）

项目形象图	项目名称	风光配比情况	镜场面积(m <sup>2</sup> )	储热配置	最新建设进展
	鲁能阜康90万千瓦光伏+10万千瓦光热多能互补项目	光伏900MW+光热100MW	58.008万	8h	2024年3月，总包、聚光集热、熔盐储换热系统定标 2024年8月，吸热塔筒壁开始浇筑
	中能建哈密光（热）储项目150MW光热电站	光伏1350MW+光热150MW	61.5万	8h	2024年5月，吸热塔基础混凝土浇筑完成 2024年9月，熔盐储罐工程开工
	国家电投集团河南电力有限公司光热+光伏一体化项目	光伏900MW+光热100MW	50万	8h	2024年3月，定日镜顺利开始安装 2024年5月，吸热塔顺利封顶

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 塔式电站在建项目情况 (新疆-10座)

项目形象图	项目名称	风光配比情况	镜场面积(m <sup>2</sup> )	储热配置	最新建设进展
	精河新华新能源有限公司“光热储能新能源”一体化基地项目	光伏900MW+光热100MW	53万	8h	2023年12月, 开工 2024年9月, EPC开始招标
	中国能源建设集团浙江火电建设有限公司光热+光伏一体化项目	光伏900MW+光热100MW	65.59万	12h	2024年1月, 空冷岛主体封顶
	唐山海泰新能科技股份有限公司光热+光伏一体化项目	光伏900MW+光热100MW	52.479万	8h	2024年3月, 吸热塔试桩完成; 5月, 定日镜开始组装; 8月, 空冷岛钢支架开始安装,
	吐鲁番市托克逊县乌斯通光热+光伏一体化项目	光伏900MW+光热100MW	44.04万	8h	2024年1月, 定日镜开始组装

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 塔式电站在建项目情况（新疆-10座）

项目形象图	项目名称	风光配比情况	镜场面积(m <sup>2</sup> )	储热配置	最新建设进展
	国投若羌县10万千瓦光热储能配套90万千瓦光伏市场化并网发电项目	光伏900MW+光热100MW	65万	8h	2024年7月，吸热塔浇筑至100米 2024年8月，定日镜桩钻孔、浇筑80%
	中电建若羌县10万千瓦光热（储能）+90万千瓦光伏示范项目	光伏900MW+光热100MW	65万	8h	2024年8月，吸热塔封顶
	新华水力发电有限公司博州10万千瓦储热型光热配建90万千瓦新能源项目	光伏900MW+光热100MW	53万	8h	2024年8月，吸热塔混凝土浇筑92%，预计九月初封顶，定日镜下线100面

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 低成本高精度的定日镜+模块化全自动组装生产线

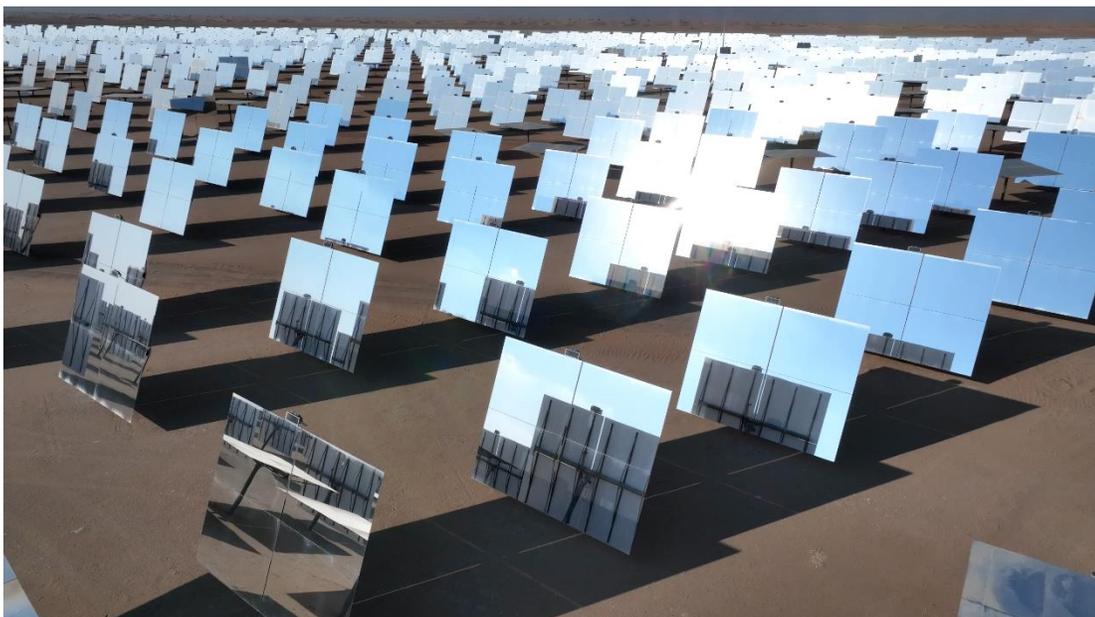


- 25-40m<sup>2</sup>的中型定日镜
- 10-25W小功率驱动机构
- 双轴跟踪精度 $\leq 1.5\text{mrad}$
- 生存风速：36-45m/s瞬时风速

- 自动化组装生产线
- 成熟、完整、模块化的工艺流程
- 全套生产、安装专用工具
- 面型精度自动控制，不需要安装调整



## 二、国内光热发电建设及发展现状



### ■ 无线控制和通讯发展趋势

- “真”无线，零线缆
- 超越有线控制的响应速度和低延迟
- 厂用电零消耗

### ■ 可扩展性强

增加定日镜时，无需电缆敷设和增加电控装置

### ■ 运维方便

无硬接线的连接点故障  
设备更换快捷方便

### ■ 节省成本

减少线缆及敷设量

90%

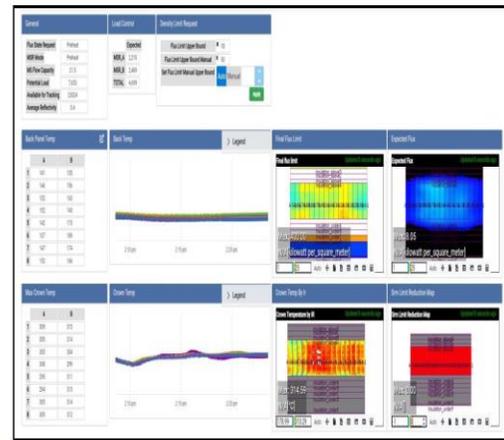
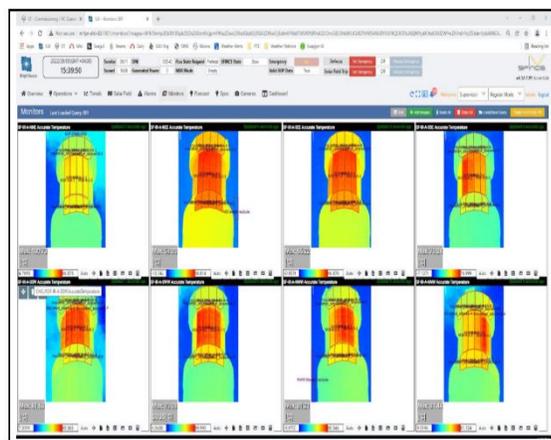
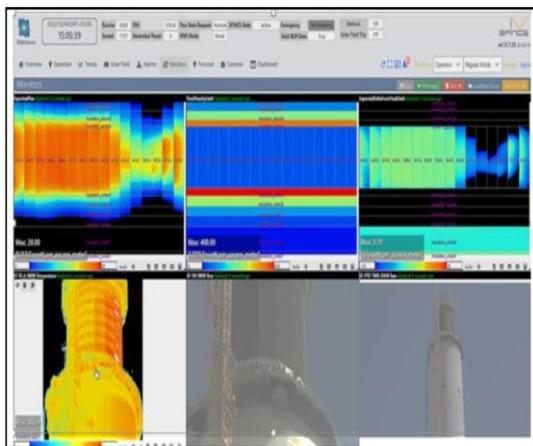
### ■ 缩短工期

无需进行线缆敷设  
避免安装-调试间的交叉等待

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### ■ 全自动化智能控制

- 高集成度：集成镜场和吸热器运行分析、协调控制，智能化监控与保护
- 全自动化：
  - 镜场运行控制无需人工干预，一键启停
  - 自动调配镜场，智能分配聚光热负荷，自动适应多云工况
- 智能化：
  - 智能预测天气和多云情况，基于预测信息给出多种辅助策略
  - 利用大数据和深度学习进行运行控制参数自动优化
  - 自动分析和诊断故障



## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 槽式

光沿程损失：空气中的浮尘、水分、气溶胶等造成光散射，降低了光的有效利用率，影响集热效率

低温：散热量增大，易发生冻堵

大风：集热器设计载荷加大、用钢量增加，集热器、定日镜、塔身和塔顶吸收器受高风速影响



我国适合建设光热电站的区域，大多伴随着大气通透度低、冬季极低温、大风等特殊自然气象条件，光热电站面临更加严酷的特殊环境挑战。

在此不利的自然条件下，叠加我国太阳直接辐射资源偏低低于国际主流光热市场，我国太阳能热发电行业仍然取得了令人瞩目的成绩，离不开行业内全体同仁的共同努力

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-槽式

#### 德令哈50MW槽式太阳能热发电项目



- 装机容量：50MW
- 技术路线：抛物面槽式(ET150)
- 传热介质类型：联苯联苯醚
- 开口集热面积：621300m<sup>2</sup>
- 储热容量：9小时
- 完整年发电量：超1.2亿kWh(超2400h)
- 单日最高发电量：~114万kWh(约23h)

#### 乌拉特中旗100MW槽式太阳能热发电项目



- 装机容量：100MW
- 技术路线：抛物面槽式(ET150)
- 传热介质类型：联苯联苯醚
- 开口集热面积：1151040m<sup>2</sup>
- 储热容量：10小时
- 完整年发电量：~3.4亿(约3400h)
- 单日最高发电量：~221万kWh(约22h)

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-槽式

#### 环保要求

不会产生光污染，不影响候鸟迁徙，生态环境保护

#### 自然条件影响

光线反射路径较短，受空气洁净度影响较小，受风力影响较小

#### 纬度影响

低纬度地区效率相对较高，高纬度地区可以通过合理的镜场布置有效降低占地面积集热损失



#### 电站开发规模

具有模块化，光路短、衰减减小更适合单体大规模电站开发

#### 选址要求

不受军管区、飞行航线等地域条件限制

#### 辐照影响

在太阳辐照低、大幅波动工况下可稳定发电



多云天气下槽式电站运行

得益于槽式电站选址的限制性因素少、发电稳定可靠，在追求发电量及保供的项目中应用较有优势

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-槽式

#### 追求运行可靠稳定



西藏扎布耶源网荷储一体化综合能源供应项目

西藏日喀则扎布耶盐湖绿色综合开发利用，  
万吨电池级碳酸锂供能项目

类孤网运行，生产稳定性要求高，供电供汽  
需保障供应

导热油槽式技术路线，190条ET150集热  
回路，16h储能，装机40MWe

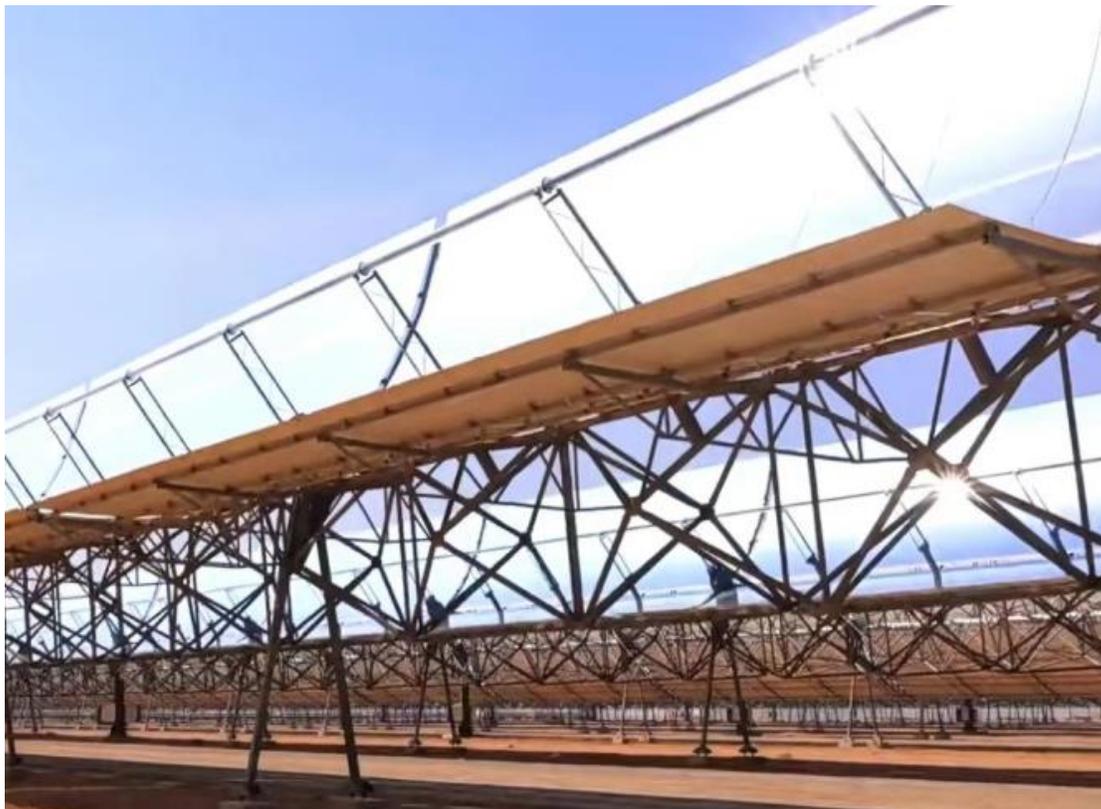
#### 选址因素

目前在西藏当雄有三个槽式光热电站共计250MW处于开发阶段，即将投建（选址限制因素：机场、候鸟保护区、地震烈度高）

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-槽式

国内已投运的两个槽式光热电站、一个在建槽式光热电站，均采用的是国际成熟集热器技术，尚未通过技术升级降低电站投资，目前中广核、中电工程西北院、常州龙腾等单位均在进行大开口新型集热器的研发与应用



#### 新型大开口集热器

液压驱动、LOC、倾角传感器、柔性连接、连接电缆等使用数量减少约**40%**，集热管使用数量减少约**30%**，回路进出口阀门数量减少**40%**

集热场管道长度降低约**40%**，传热流体用量降低约**25%**，电站占地降低约**10%**

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-槽式

中广核、常州龙腾均在进行熔盐槽试验回路的建设测试，使用熔盐替代导热油作为传热介质，将大幅降低槽式电站造价，第一个百兆瓦级别的**商业化熔盐槽式电站**或将在中国实现。

#### 新型传热介质-熔盐

槽式光热电站造价劣势：昂贵的导热油系统、冷热盐罐可利用焓差小。

采用熔盐作为传热流体，减少熔盐用量，大大简化电站系统流程，降低初投资。



## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-菲涅耳

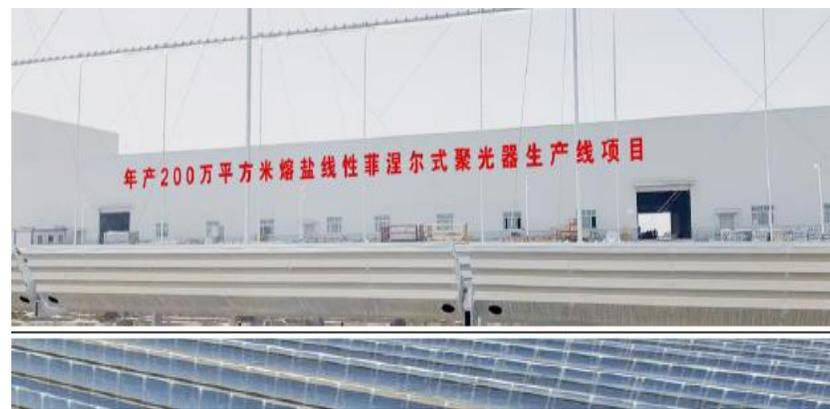
熔盐线菲采用二元熔盐作为**集热、传热和储热统一工质**，实现高温储热发电。2020年5月，兰州大成敦煌熔盐线性菲涅耳式50MW光热电站投入商业化运行，为太阳能热发电探索一种**性价比更高的技术路线**。



## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-菲涅耳

示范项目通过3年运行，在运行过程中进行针对性的技术升级改造，目前已实现平稳安全高性能的运行，**验证了熔盐线聚焦技术的可行性**。近年来，兰州大成在熔盐线菲方向的产业化发展和产业链建设取得重要进展，**已初步形成（2研发中心+多制造基地）的产业集群，年产能达到300MW规模，25年达到年产能500MW规模。**



## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-菲涅耳

熔盐线菲的成本优势、运维优势已经显现，得到太阳能热发电行业 and 市场的认可。

序号	项目名称	场址	容量配置	投运时间
1	敦煌大成 50MW 熔盐线性菲涅尔式光热发电国家示范项目	甘肃敦煌	装机50MW / 15小时储热 集热面积127万平米	2019.12
2	中核玉门100MW熔盐线性菲涅尔式光热电站	甘肃玉门	装机100MW / 8小时储热 集热面积：130万平米	2024.08
3	三峡新能源哈密100 万千瓦“光热+光伏”一体化综合能源示范项目	新疆哈密	装机100MW / 8小时储热 集热面积80万平米	在建
4	国家能源龙源敦煌 100 万千瓦“光热+”一体化综合能源示范项目	甘肃敦煌	装机100MW / 8小时储热 集热面积113万平米	在建
5	大唐新能源哈密100 万千瓦“光热+光伏”一体化综合能源示范项目	新疆哈密	装机100MW / 8小时储热 集热面积80万平米	在建

## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-菲涅耳



## 二、国内光热发电建设及发展现状

### 技术产业发展现状-菲涅耳

“沙戈荒”大基地项目建设中，更大规模的电站能显著降低光热发电度电成本，能更好发挥系统的储能调峰作用。目前多个200MW级别新规划项目正在论证阶段，且已申报敦煌2×350MW等300MW以上级别的项目。



一、光热发电技术

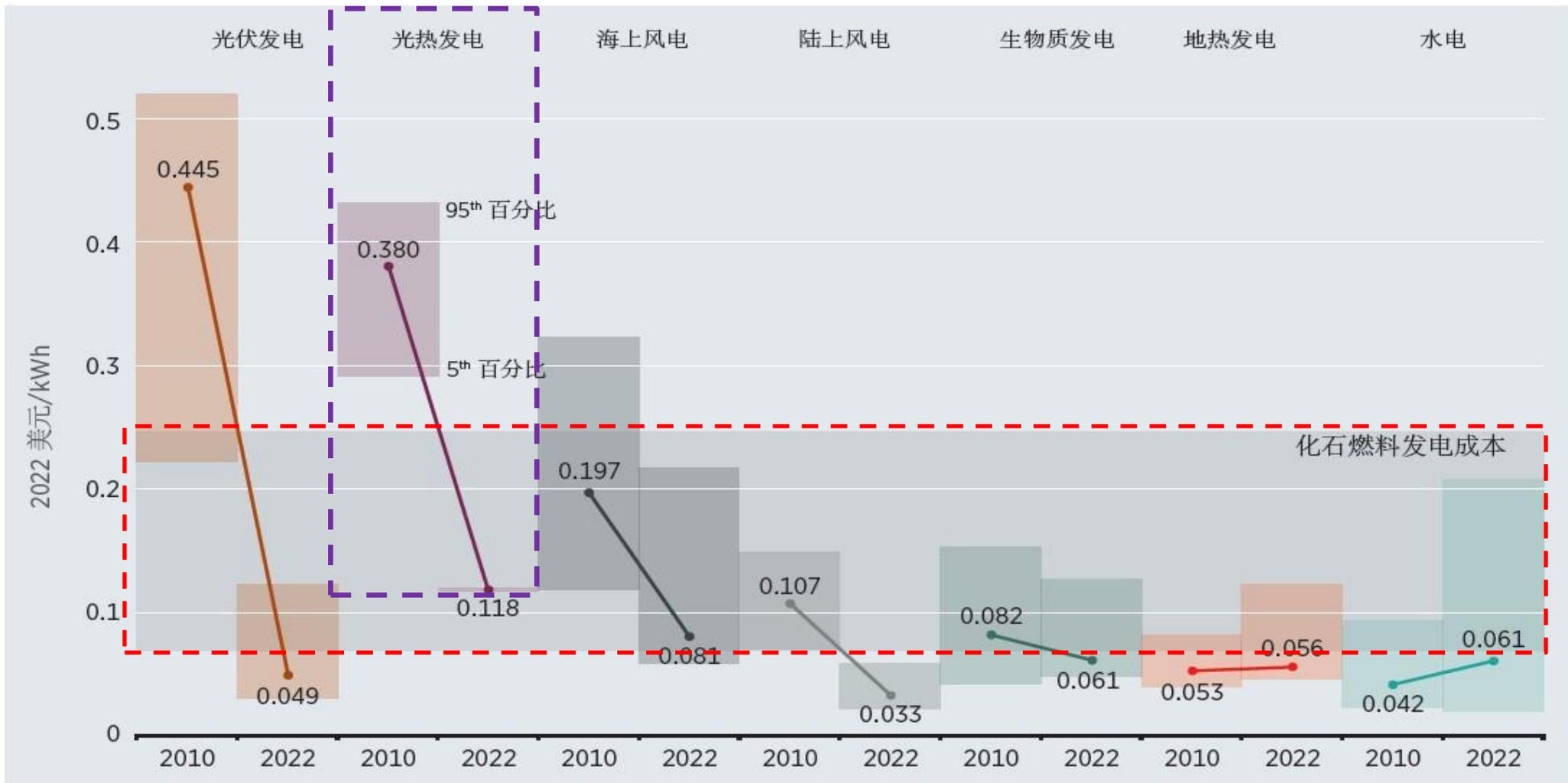
二、国内光热发电建设及发展现状

三、光热发电生存环境

四、当下的展望

### 三、光热发电生存环境

成本日益下降的**光伏风电**，和成本日益下降的**电化学储能**，以及**电热储能设备**。



### 三、光热发电生存环境

成本日益下降的光伏风电，和成本日益下降的电化学储能。

特别关注 | 我国储能系统报价年降幅超40%，今年新增装机或继续飙升

李宗品 能源发展与政策 2024-03-05 17:56 北京

2024光伏行业十大趋势，光伏大战风暴已起，三足鼎立如何越过万重山到达彼岸？

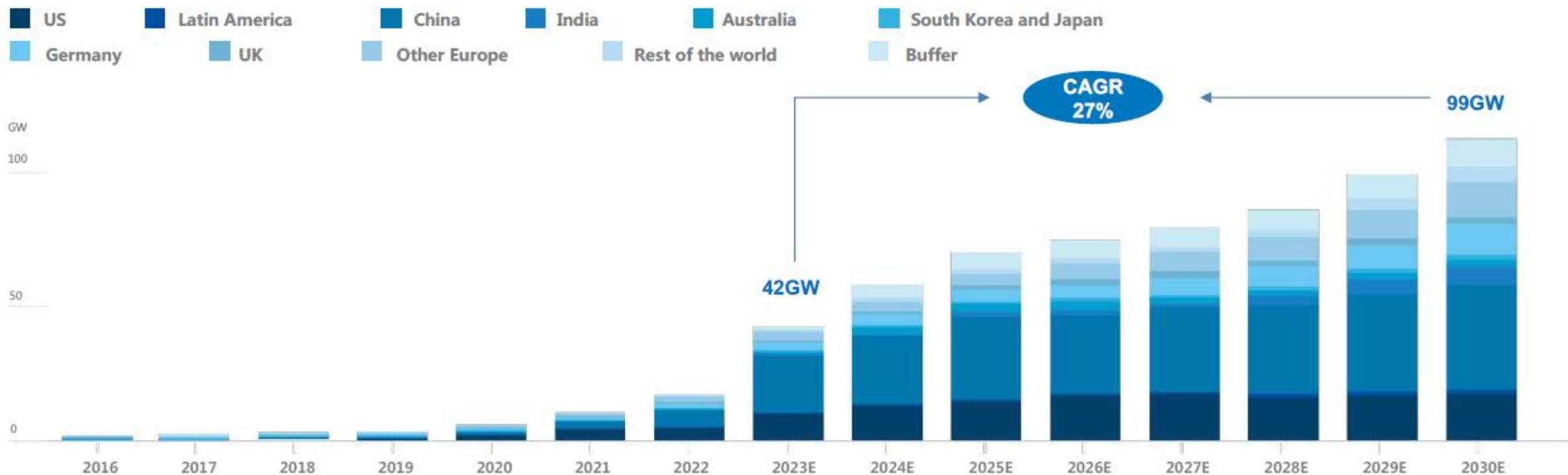
3060 2024-02-23 11:30 福建



### 三、光热发电生存环境

根据彭博新能源财经，直至2030年，**储能**将以27%的复合年增长率增长，其中2030年年新增装机容量达110GW/372GWh，是2023年预期数字的2.6倍。

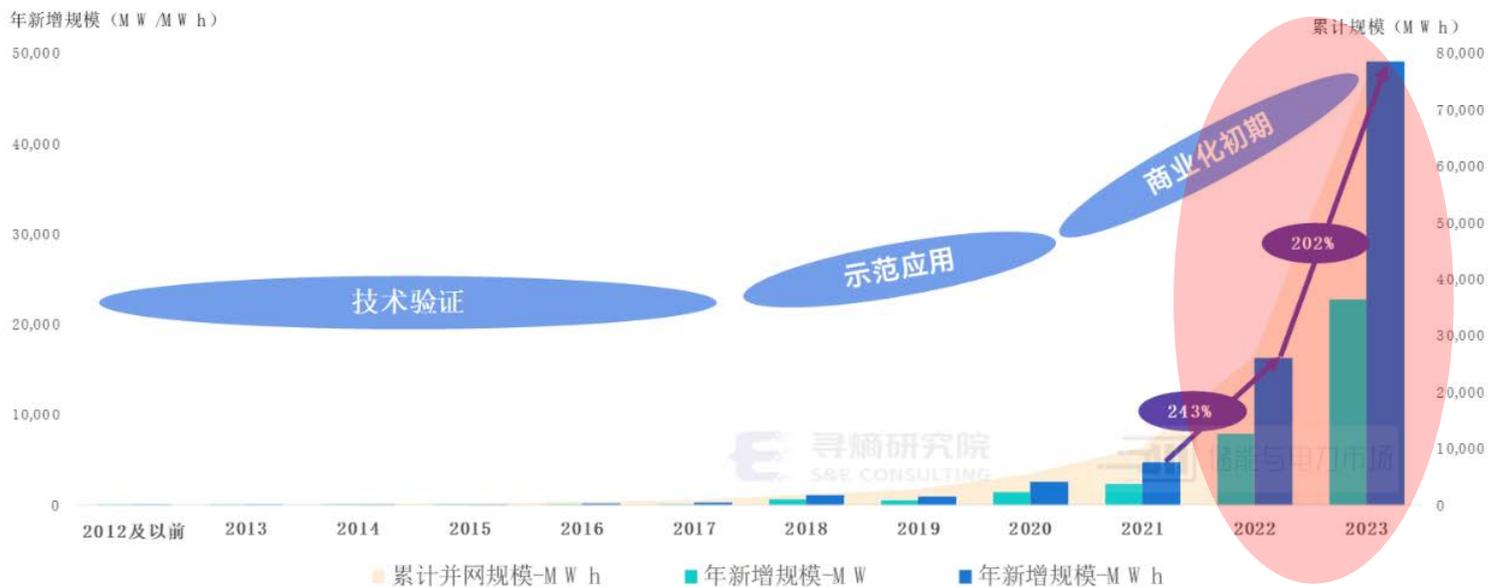
Global gross energy storage capacity additions by key market



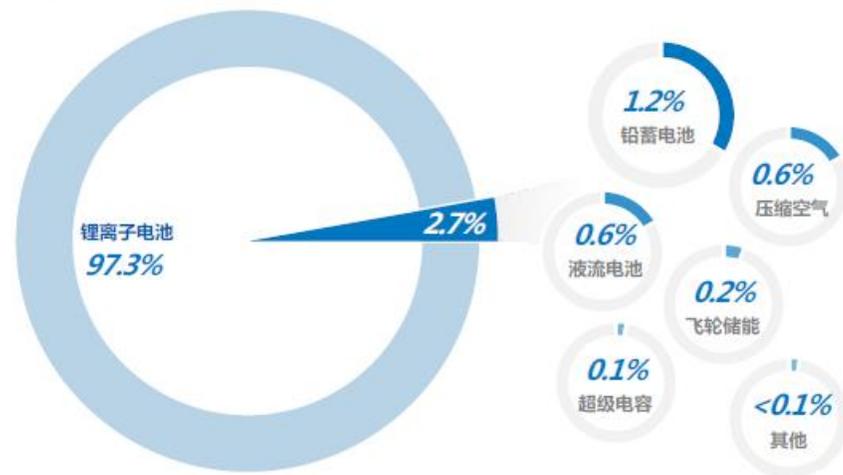
### 三、光热发电生存环境

根据CNESA全球储能项目库的最新统计，截至2023年底，中国已投运的储能项目累计装机规模达到了86.5GW，同比增长了45%。抽水蓄能项目以51.3GW的累计装机规模继续占据主导地位，但自2015年以来，其规模占比持续下滑，2023年首次跌破60%。与此同时，新型储能项目累计装机规模达34.5GW/74.5GWh，在2023年实现了迅猛增长，新增装机规模高达21.5GW/46.6GWh，是2022年的三倍之多，并首次在新增投运规模上超过了抽水蓄能，近乎其四倍。

图 1 我国储能历年新增并网项目规模



中国已投运新型电力储能项目累计装机分布 (截至2023年12月底, MW%)



### 三、光热发电生存环境

#### ■ 储能电站发展趋势

- 容量大型化：百MWh级大型储能电站项目不断涌现
- 高度集成化：高度集成的预制舱式储能设备
- 场景全面化：新能源、火电、电网调峰调频、黑启动、用户侧



支撑新能源



独立参与电力辅助服务

平滑出力波动

跟踪计划出力

减少弃风弃光

AGC调频

灵活性改造  
(深度调峰)

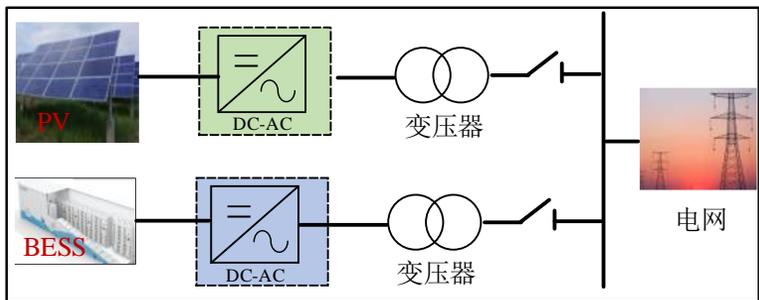
调峰/调频

无功支撑

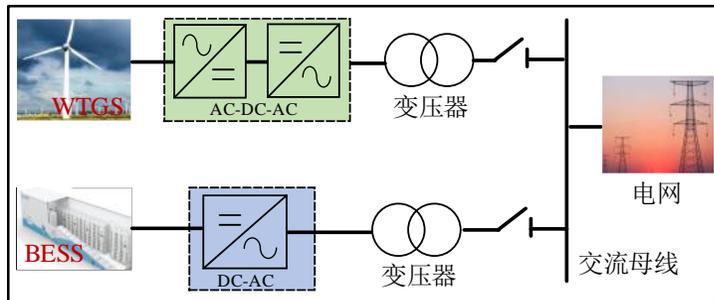
需求响应

### 三、光热发电生存环境

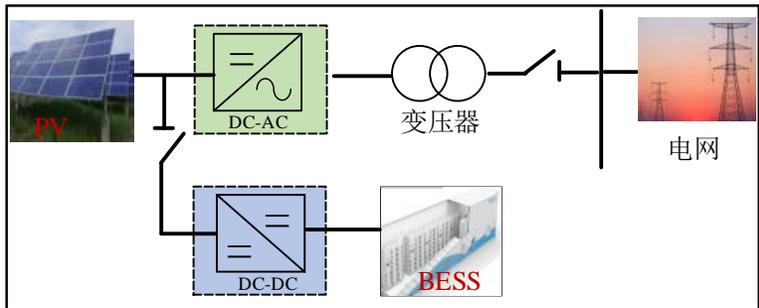
光伏风电出力特性，对于调相机，构网型储能等有客观必要需求。



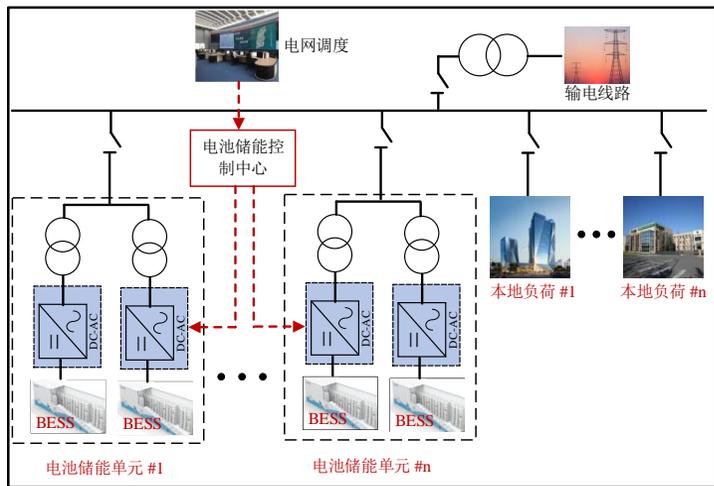
交流耦合型光储拓扑图



交流耦合型风储拓扑图

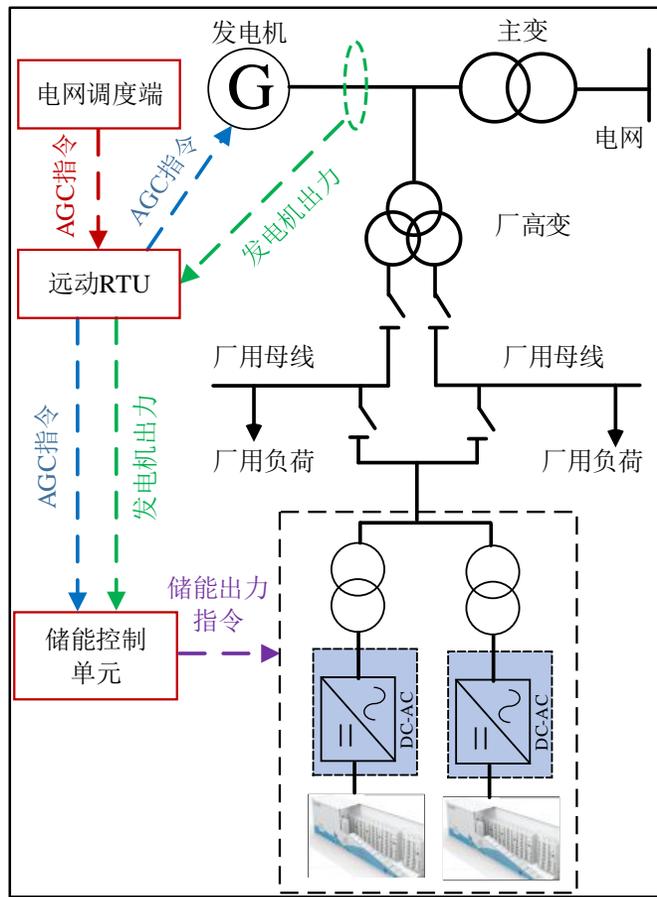


直流耦合型光储拓扑图



电网侧储能拓扑图

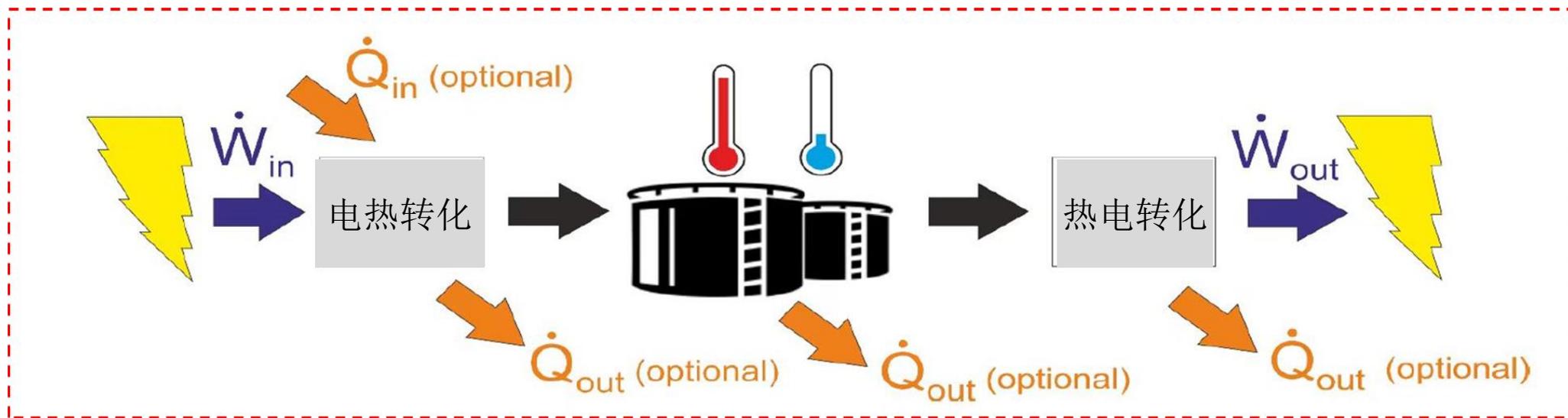
### 电储能集成设计方案分类



火储联合调频拓扑图

### 三、光热发电生存环境

#### 光伏加热加热器成本?



设备形式	电阻式	电极/电阻式	电感式
电压等级	380V、690V、6kV、10kV?	6kV、10kV?	6kV、10kV
单台功率	约15MW	约50MW	约15MW
效率	98%	98%	98%

一、光热发电技术

二、国内光热发电建设及发展现状

三、光热发电生存环境

四、当下的展望

## 四、当下的展望

### 未来展望-超临界CO<sub>2</sub>布雷顿循环 (S-CO<sub>2</sub>循环)

光热发电由于集热储热系统的温度限制了转化效率上限，和较为复杂的透平循环造成的能量损失，目前的效率相比于光伏发电系统较低，发电成本也较高。塔式光热电站结合超临界CO<sub>2</sub>循环是未来**突破这一效率极限**的有效方向。

**提高发电效率**：当热源温度超过500°C时，S-CO<sub>2</sub>循环的热效率高于传统的蒸汽朗肯循环和氦气布雷顿循环，且随着温度的升高，效率持续提高。

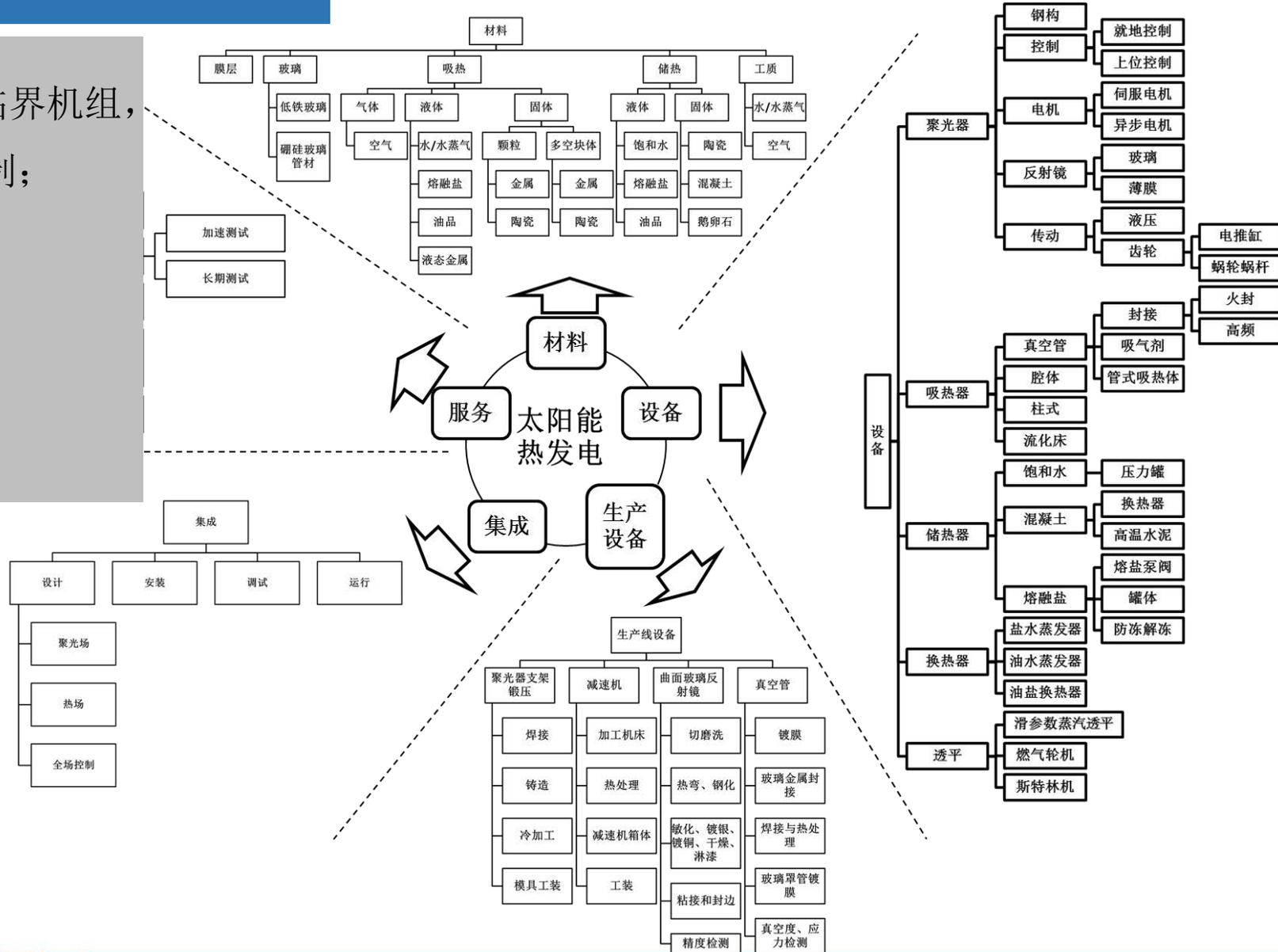
**降低发电成本**：S-CO<sub>2</sub>循环结构紧凑、体积小，相比传统的水蒸气热力循环发电系统，S-CO<sub>2</sub>循环系统**建设成本、运行、维护成本更低**，并且**寿命更长**，经济效益更好。

**首台套**：中国科学院电工研究所在全球范围内率先实现包括高焦比聚光场、颗粒吸热器、颗粒/超临界二氧化碳换热器、超临界二氧化碳压缩机透平机组和高速电机在内的超临界二氧化碳太阳能热发电系统运行。**项目采用定日镜聚光，塔高118米。**

**2024年8月我国科学家成功研制了首座超临界CO<sub>2</sub>太阳能光热发电机组。塔式光热电站集热温度高，塔式最具与超临界CO<sub>2</sub>结合的潜力。**

## 四、当下的展望

- 大容量（200MW以上）超临界机组；
- 高能流密度吸热器，镜场控制；
- 高效低成本定日镜；
- 大容量直流新型蒸汽发生器；
- 熔盐系统泵，阀；
- 大容量高电压电热转化装备；



## 四、当下的展望

### 一体化联营

光伏发电和风力发电具有**间歇性**、**波动性**和**随机性**等特点。为克服这些局限性，光热与风电光伏一体化联营成为未来光热技术发展的重要方向。

**多能互补**：光热发电具有储能特性，风电和光伏发电则具有灵活性和可扩展性。三者结合，可以实现优势互补，提高能源系统的**整体稳定性和可靠性**。

**系统集成**：光热、风电和光伏系统系统集成有助于**降低建设和运营成本**，提高能源利用效率。

**灵活调节**：光热发电可以作为调峰电源和储能装置，在风电和光伏发电出力不足时提供补充电力；同时，风电和光伏发电也可以为光热发电提供热量来源，提高光热发电的效率和稳定性。

《内蒙古自治区光热发电与风电光伏发电一体化系统项目实施细则（征求意见稿）》提出，光热发电、风电、光伏发电装机规模按照**1:2:0**或**1:1.5:1**或**1:1:2**三种方案进行配比，对光热发电的激励作用巨大。

## 四、当下的展望

### “四个革命”

推动**能源消费革命**，抑制不合理能源消费；

推动**能源供给革命**，建立多元供应体系；

推动**能源技术革命**，带动产业升级；

推动**能源体制革命**，打通能源发展快车道。

太阳能热发电当下最需要的是体制层面的制度；技术革新和成本下降只是有力的支撑，《内蒙古自治区光热发电与风电光伏发电一体化系统项目实施细则》近期的征求意见，或将开启新的篇章。



国家太阳能光热产业技术创新战略联盟  
China Solar Thermal Alliance

# 谢谢大家！

## 中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

NORTHWEST ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO., LTD. OF CHINA POWER ENGINEERING CONSULTING GROUP

地址：西安市高新技术产业开发区团结南路22号 邮编：710075

电话：029-88358888 传真：029-88388899

Add: 22 South Tuanjie Road, Hi-Tech Industrial Development Zone, XI'AN 710075, P.R.China

Tel: +86 29 88358888 Fax: +86 29 88358899

[www.nwepdi.com](http://www.nwepdi.com)