

熔盐储能在低碳化转型 中的应用场景分析

杨义/可胜技术
2023年8月9日



CONTENTS

目录

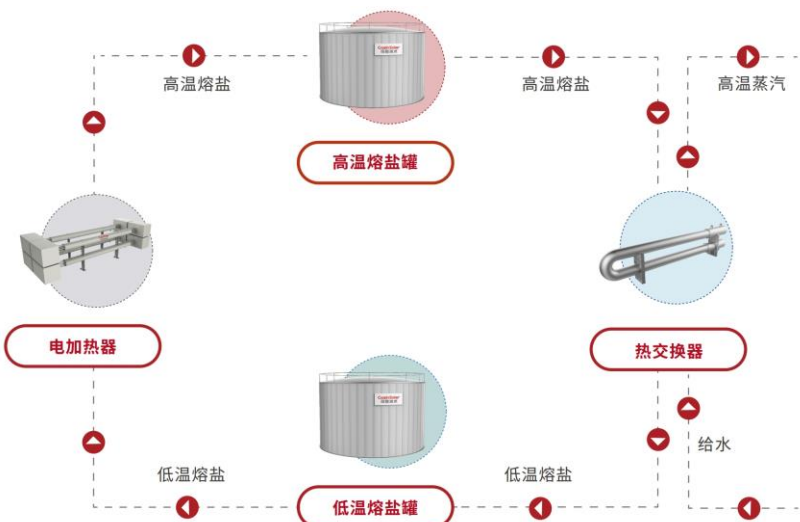
- PART 1** 熔盐储能介绍
- PART 2** 熔盐储能应用场景及展望
- PART 3** 提升熔盐储能运行表现
- PART 4** 总结

01

熔盐储能介绍

1-1 熔盐储能简介

- 通过熔盐的显热在低温时吸纳能量，在高温时放出能量的**低成本、高效**的储能技术。
- 能量梯级利用转化为**电热冷**、适应综合能源服务。
- 主要由熔盐加热系统、熔盐储热系统、蒸汽发生系统组成。



1-2 熔盐储能

能量利用形式



热交换器

◆ 工业余热
废热
生物质



电加热器

◆ 谷电
风电
光伏电
调峰电



光热镜场

◆ 太阳辐射能



能量输出形式

背压/纯凝/抽凝汽轮机

◆ 电
工业蒸汽
热水
冬季民用供暖



热泵/换热器

◆ 工业蒸汽
热水
冬季民用供暖



溴化锂制冷机组

◆ 夏季供冷



1-3 熔盐储能的优势



建设周期短

建设周期约为8~10个月（不含汽轮机）
12-18个月（含汽轮机）



安全性高

熔盐在化工和其他领域已有长期稳定安全运行经验
通过围堰等预防措施即可完全排除高温熔盐泄露的风险



环境友好

熔盐储能系统的制造和运行对环境不产生污染



适用范围广

温度灵活可调，适用范围190-570°C



电网友好

采用汽轮发电机组，可以为电网提供无功功率和转动惯量，
有利于电网电压稳定和频率稳定；可以为电网提供调峰、
调频、系统备用和黑启动等多种辅助服务

使用寿命长



熔盐储能电站使用寿命长达25~30年
熔盐近零耗损，仍可循环利用

储热成本低



单位kWh热的静态投资约150-250元/kWh

纯物理变化



全流程无爆炸、燃烧等风险

储能容量大



可实现MWh-10GWh大范围、大容量储能

占地面积小



熔盐储能系统占地面积约5亩~25亩（根据项目需求设计）：
500MWh储热量的熔盐储能系统占地面积约15亩，1GWh
储热量的熔盐储能系统占地面积约20亩

02

熔盐储能应用场景及展望

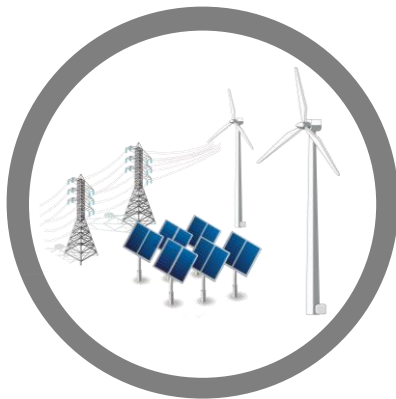
2-1-1 熔盐储能应用场景

以太阳能热发电技术研究为基础，可胜技术将业务逐步扩展到以熔盐储能为核心的综合能源应用领域，并形成一系列定制化解决方案。



火（热）电机组灵活改造

- 应用于现役火（热）电机组改造
- 应用于退役的老旧发电机组、热电联产机组的改造



熔盐储能电站

- 光伏风电园区通过配置熔盐储能设施，可平滑整体发电曲线，大幅度提高电力系统的稳定运行能力



综合能源服务

- 应用于工业园区清洁能源站，建设多能互补一体化园区
- 应用于住宅区、商业园区，助力区域集中供冷、供暖

2-1-2 应用场景——光热与光热熔盐储能电站

■ 2023年,国家能源局发布《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**”、“原则上每10万千瓦电站的镜场面积不应少于**80万平方米**”。(单项目约**3万吨**熔盐,年均约**90万吨**熔盐)

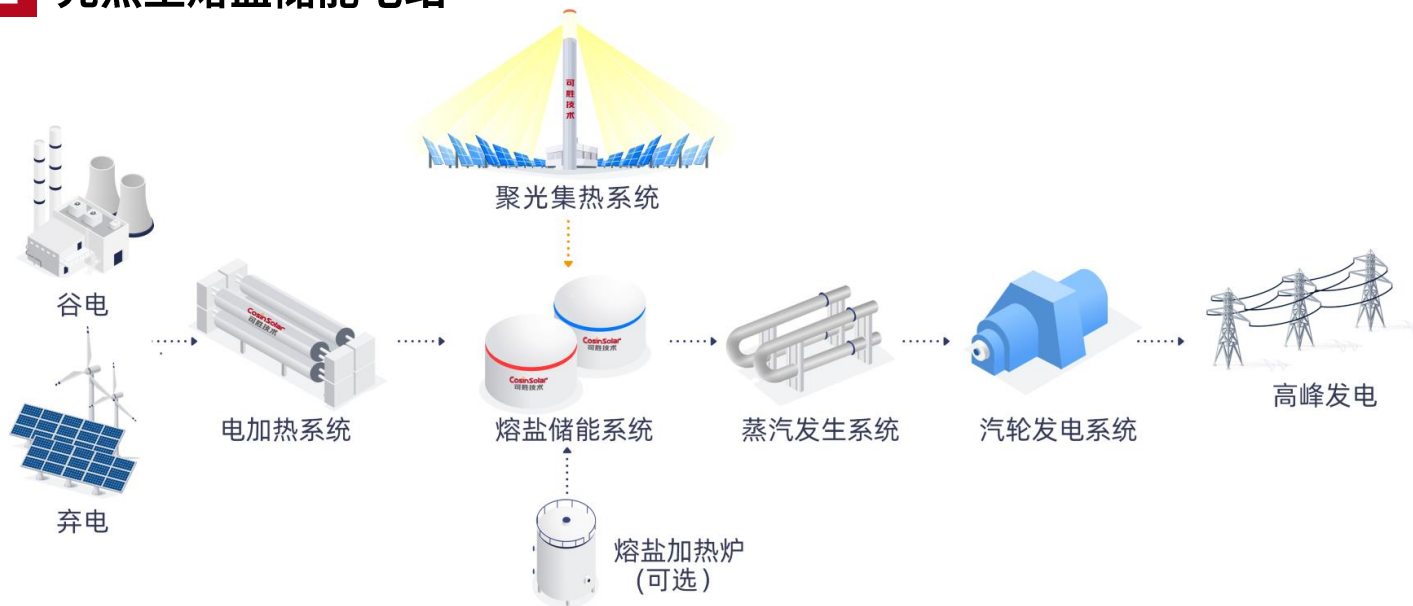
➤ 光热+光伏/风电多能互补基地: 目前已批复光热**3295MW**

➤ 光热型熔盐储能电站

✓ 大功率电加热器(充电)+大规模长时间熔盐储能系统(储能)+大功率汽轮发电机组(发电)+光热镜场(补能)+天然气炉(备用),替代抽水蓄能,实现大规模“电量平移”

可再生能源通过匹配熔盐储能,发电由不稳定、不连续、不可调度,变为连续、稳定、可调度。

2-1-2 光热型熔盐储能电站



光热型熔盐储能电站，是以电加热装置作为储能输入，以高温熔盐作为储能介质，以聚光集热系统作为能量补充，以汽轮发电机组作为电能输出的安全、高效和低成本的新型储能电站技术。

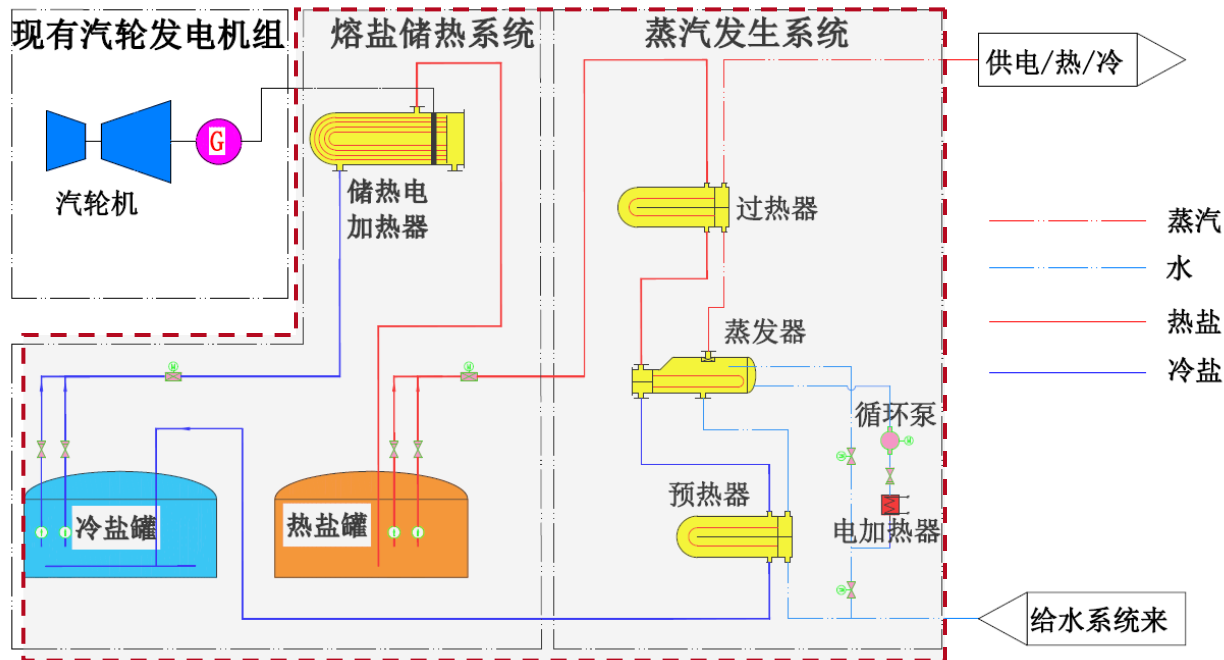
这种技术的主要功能是储能、调峰；主要特点是小镜场、储能规模大（GW级）、储能时长长（4-12小时）、系统效率高，通过并联配置多对熔盐储罐，可轻易实现大规模（10GWh级）的储能，对光伏的消纳作用明显。综合性能可与抽水蓄能相当，适宜建设为电网侧、发电侧的大规模储能电站或共享储能电站。

2-1-3 应用场景——火电灵活性改造

- 超低负荷上网（最低零负荷）
- 显著提升机组调频性能
- 实现发电与供热解耦，解决“以热定电”的难题
- 大幅提高机组灵活性
- 市场规模：十四五期间**2亿kW**——发改委能源局《全国煤电机组改造升级实施方案》



2-1-3 现役火（热）电机组灵活改造（电加热）

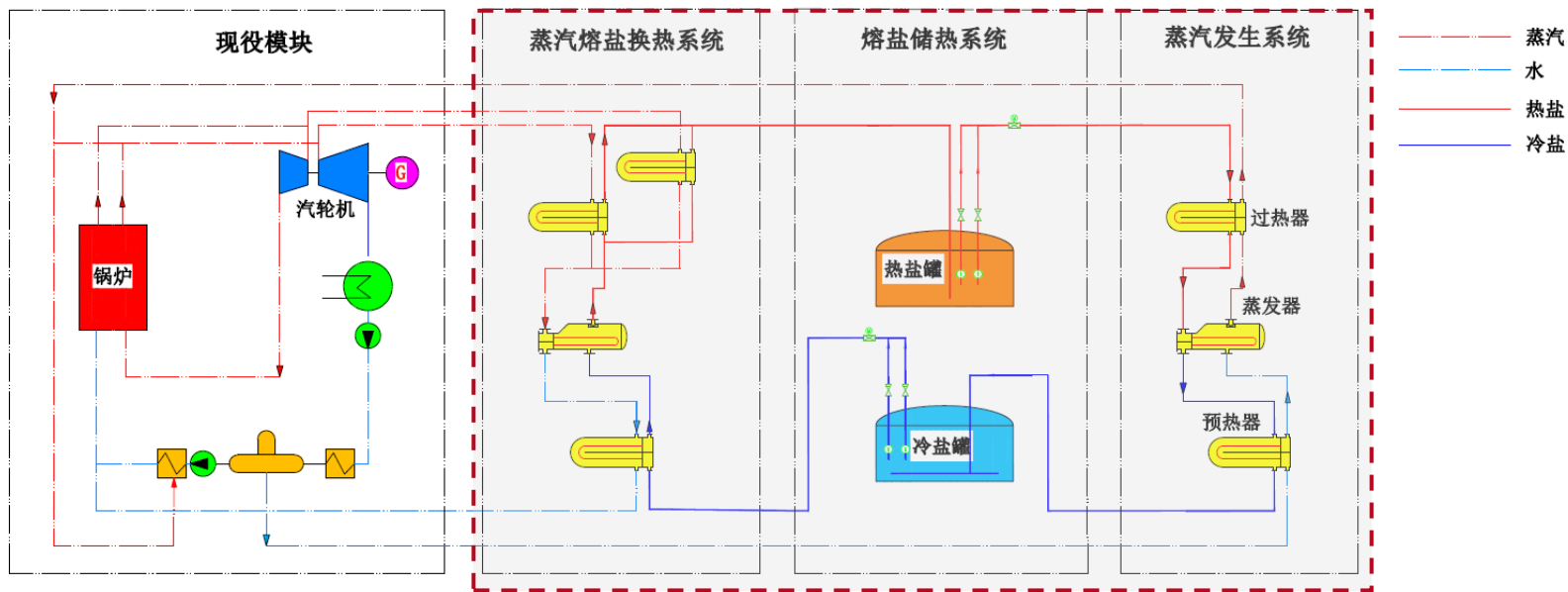


新增系统：
电加热熔盐储能系统
蒸汽发生系统
储热系统热量来源：
汽轮机出力

汽轮机后端嵌入高温熔盐储热系统的火电机组工艺图

1. 采用**电加热器/高温热泵**将汽轮机多余出力转化为热能储存在熔盐中，熔盐储热系统布置在汽轮机后端；
2. 增大发电出力的调节范围，提高运行灵活性，实现深度调峰；
3. 实现深度调峰，实现热电解耦。

2-1-3 现役火（热）电机组灵活改造（抽汽蓄热）



汽轮机前端嵌入高温熔盐储热系统的火电机组工艺图

1. 采用**蒸汽熔盐换热系统**，将多余蒸汽的能量储存在熔盐中，熔盐储热系统布置在汽轮机前端；
2. 可保持锅炉在较高负荷运行，汽轮机在较低负荷运行，增大发电出力的调节范围，提高运行灵活性；
3. 实现深度调峰，实现热电解耦，能量梯级利用。

2-1-4 应用场景——园区供能

2014-2022年中国工业蒸汽消费量情况

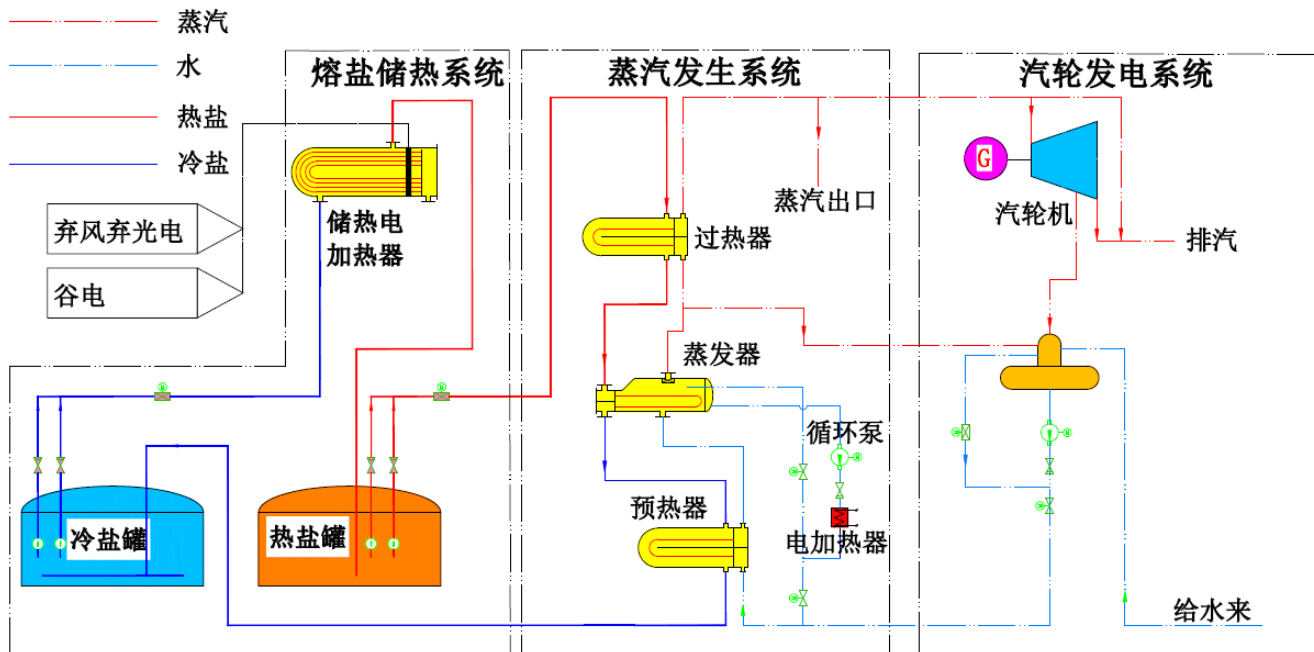


制图: 共研网

www.gonyn.com

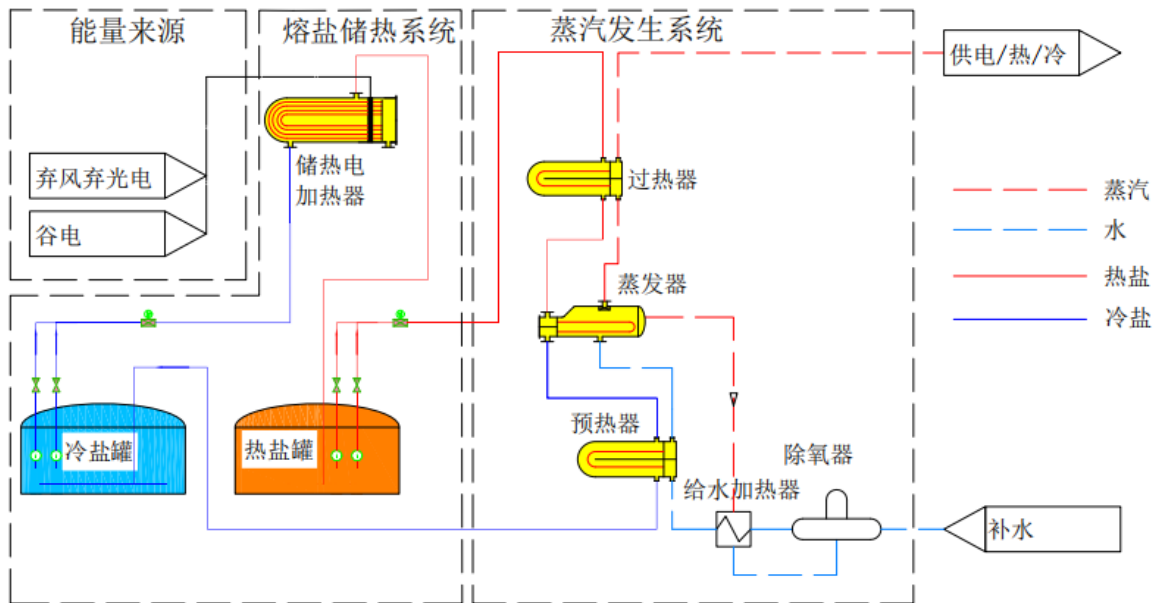
- 熔盐储能储能密度高、供热品位高、供热工况稳定可调、占地面积小, 满足大规模高品位工业蒸汽供应以及热电联产需求, 大规模工业园区清洁供热的首选
- 市场规模: 2022年工业蒸汽需求约为**5.04亿GJ**, 每年蒸汽需求增速约为**3.6%**;

2-1-4 园区供能（热电联供）



- 例：某热电厂利用熔盐储能替代化石燃料，为周边工业园区用户提供以**蒸汽**和**电能**为主的综合能源供应，在满足供蒸汽需求的基础上，在高峰电段和尖峰电段提供电能。

2-1-4 园区供能 (提供蒸汽)



03

提升熔盐储能运行表现

3-1-1 公司介绍

让人类用上廉价、稳定的清洁能源！
To Provide Low-cost, High-quality, and Clean Energy!

CosinSolar
可胜技术

- ✓ 前身为浙江中控太阳能技术有限公司，2021年7月正式更名为**浙江可胜技术股份有限公司**
- ✓ 成立于2010年，专注于塔式光热发电与熔盐储能**的技术研究与产业化推广**
- ✓ 立足自主研发，掌握具有自主知识产权的全流程**核心技术与关键装备**
- ✓ **技术咨询、装备集成、工程服务**
- ✓ **项目开发、投资、建设、运营**

3-1-1 业务领域



跟踪光伏

镜场跟踪技术衍生应用

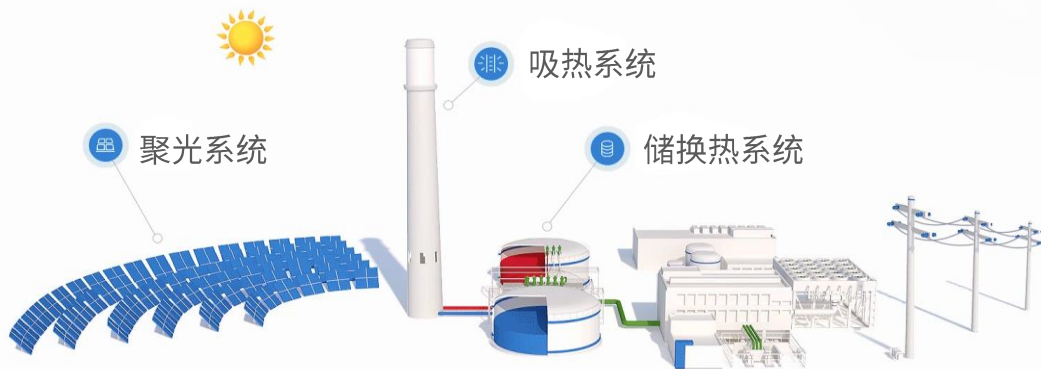


现役火电机组灵活性改造
退役火电/热电机组改造



园区清洁能源站

熔盐储能技术衍生应用



光热发电：

- ✓ 独立光热电站
- ✓ 光热+多能互补电站
- ✓ 光热储能调峰电站

3-1-2 可胜技术熔盐储能研发历程

2013-2015小试



杭州紫金港熔盐试验装置建成
积累经验；验证解决方案

2017-2019国家首批示范项目



2018年12月30日：德令哈
50MW示范电站建成。熔盐量为
1万吨级别。

2022-至今大基地项目



金塔100MW光热熔盐储能项目，熔盐量达到**2万吨**级别；
预计2023年12月底完工

2015-2016中试



2016年8月德令哈10MW
熔盐系统投运
我国首座带熔盐储能的
塔式光热电站

2020-至今新技术开发



高新区科创园综合能源服
务示范平台，新工艺及新
装备验证，熔盐储能技术
不断升级优化



3-1-2 自主研发能力

13年持续研发
熔盐储能、塔式光热发电技术的开拓、
推广者

334项已申请专利

239项发明专利

6次省市级科学技术进步奖
SolarPACES2020技术创新奖——
亚洲唯一的独立获奖单位

FICHTNER

国际权威第三方机构认证

塔式熔盐储能光热电站设计技术
及自主研发的核心设备



30项国家及省市级科研项目

31项国际、国家、行业、团队标准
牵头IEC国际标准1项、参与IEC国际标准
4项，牵头国家标准4项、参与国家标准5
项，行业标准10项，团体标准7项

国家标准：塔式太阳能光热发电熔融盐储
热系统技术要求



3-1-2 技术能力

牵头编制塔式光热发电聚光、集热、储热系统全部国际、国家核心标准

聚光系统

- 01 牵头编制**IEC国际标准**-《IEC-TC117 太阳能光热发电站镜场控制系统》
- 02 牵头编制**国家标准**-《塔式太阳能光热发电站定日镜技术要求》

集热系统

- 03 牵头编制**国家标准**-《塔式太阳能光热发电站集热系统技术要求》

储热系统

- 04 牵头编制**国家标准**-《太阳能光热发电站直接与间接式主动显热储热系统特性》
- 05 牵头编制**国家标准**-《太阳能光热发电站熔融盐储热系统技术要求》



3-1-3 熔盐储能专利、标准

熔盐储能相关专利：64项

熔盐储能标准：16项

覆盖熔盐储能涉及设备（电加热器、蒸汽发生系统、储罐）、工艺（化盐系统、运行方法、储热系统、换热系统、疏盐系统等）、设计等



3-2-1 可胜技术熔盐储能的核心能力

通过十余年的技术攻关和工程实践，可胜技术开发了一整套高温熔盐储能的工程解决方案，形成了一系列涵盖高温熔盐工艺设计、核心设备设计开发以及关键设备研发等专有技术，培养了一支集技术研发、工程设计、施工管理、储能调试及运维于一体的技术人才队伍，并已实现熔盐储能相关产品的规模化生产及工程化应用，**国产化率近100%**。

关键设备设计与选型

掌握高可靠性的熔盐储罐、熔盐换热器、熔盐泵、熔盐阀门、熔盐电伴热、熔盐仪表等熔盐储能关键设备的设计与选型。

核心设备的自主研发及生产

拥有核心知识产权的中高压大功率熔盐电加热器，满足客户化盐、调峰、调频等需要。



大容量高温熔盐储能工艺

大规模熔盐储罐设计；
多对熔盐储罐并联；
大规模电加热器串并联。

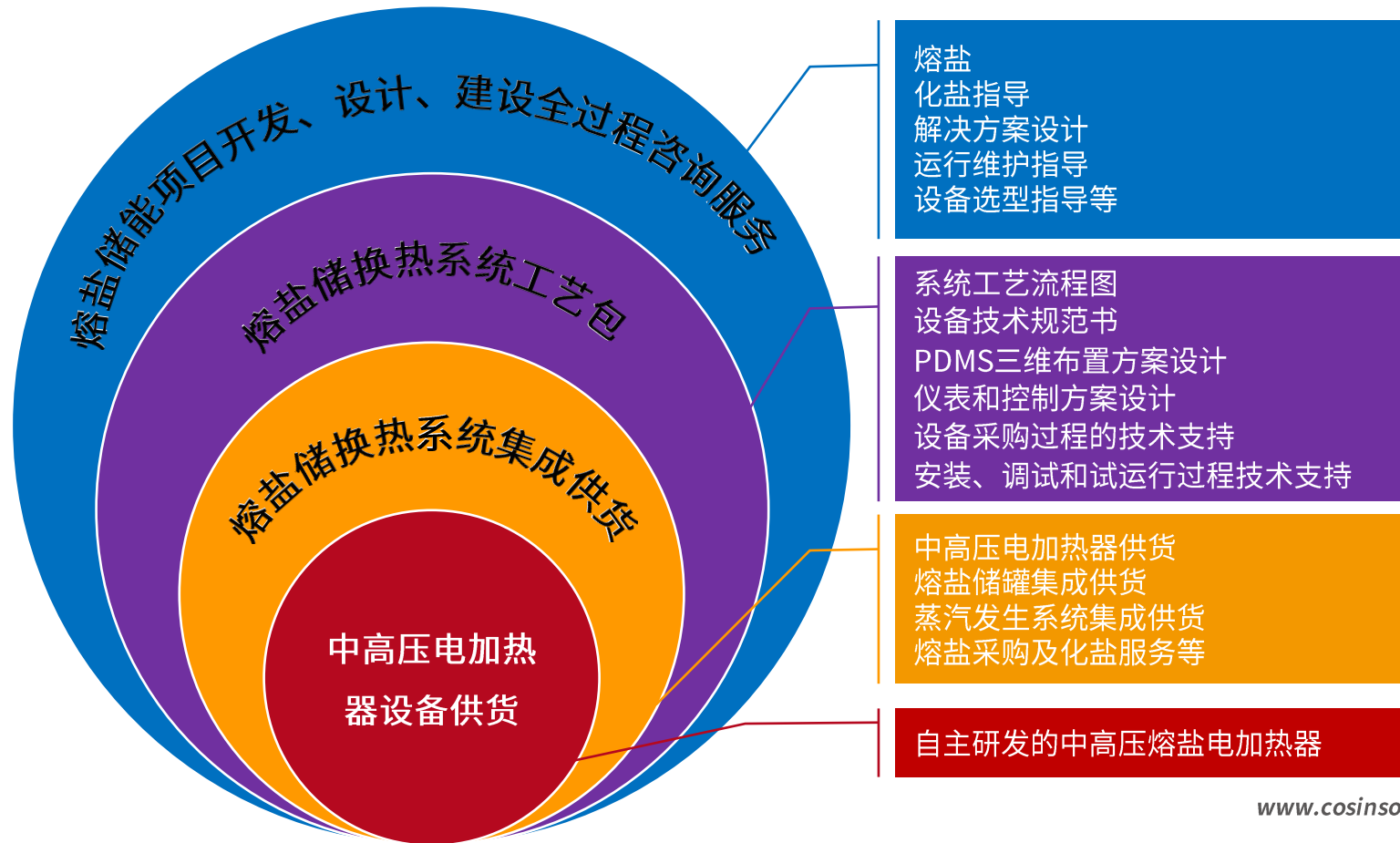
高温熔盐安全控制系统

一整套针对熔盐冻堵、超温自动化解方案；
一整套熔盐冻堵或爆管等异常情况解决方案及经验。

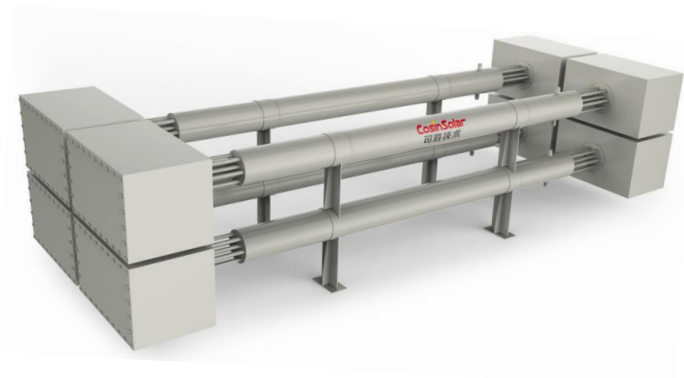
熔盐储能工程示范与应用

熟练设计1万吨级熔盐储能工程；
实施2万吨级熔盐储能工程；
已完善10万吨级熔盐储能方案。

3-3-1 核心技术、产品与服务



3-3-2 核心设备——中压电加热器设备供货



主要技术特点：

- 高电压：额定电压**6.3kV**；
- 分段串联，降低启动热冲击；
- 特殊换热设计，防止超温，有效延长寿命；
- 电加热元件标准化，电加热器功率根据用户需求设计；
- 设计充分考虑现场维修需求；
- 多套串并联可满足百MW级别储能需求；
- 可满足化盐需求。

3-3-4 熔盐储换热系统的集成供货

熔盐储罐

- 材料选择
- 结构设计
- 地基散热及保温优化设计
- 焊接质量要求及过程控制

熔盐泵

- 流量和扬程选型设计
- 关键部件的材料选择
- 熔盐泵与平台、管道的配合设计
- 启停控制策略

关键设备

熔盐换热器

- 选材料及结构设计
- 单、双列设计的选择
- 自然循环及强制循环的选择
- 应对频繁启停及快速变负荷工况设计

熔盐阀门

- 结构和形式的选型设计
- 密封面材料选择
- 填料和密封垫片的结构形式和材料选择
- 执行机构的选型设计

- 深度参与关键设备的设计、选型、关键材料和关键部件的设计、仿真分析
- 储换热系统的其他主要设备包括电伴热、流量、压力和液位检测仪表，也是储换热系统重要组成部分，选型和品质的好坏直接影响到系统的安全、稳定运行

3-3-5 熔盐储能工艺包

■ 完善的工艺包设计：

- ✓ 系统工艺流程图
- ✓ 设备技术规范书
- ✓ PDMS三维布置方案设计
- ✓ 仪表和控制方案设计
- ✓ 设备采购过程的技术支持
- ✓ 安装、调试和试运行过程技术支持
- 有助于提高工程设计效率、减少施工过程的返工和变更；
- 有助于降低多系统运行不协调风险；
- 有助于降低设备故障率和降低系统安全风险。

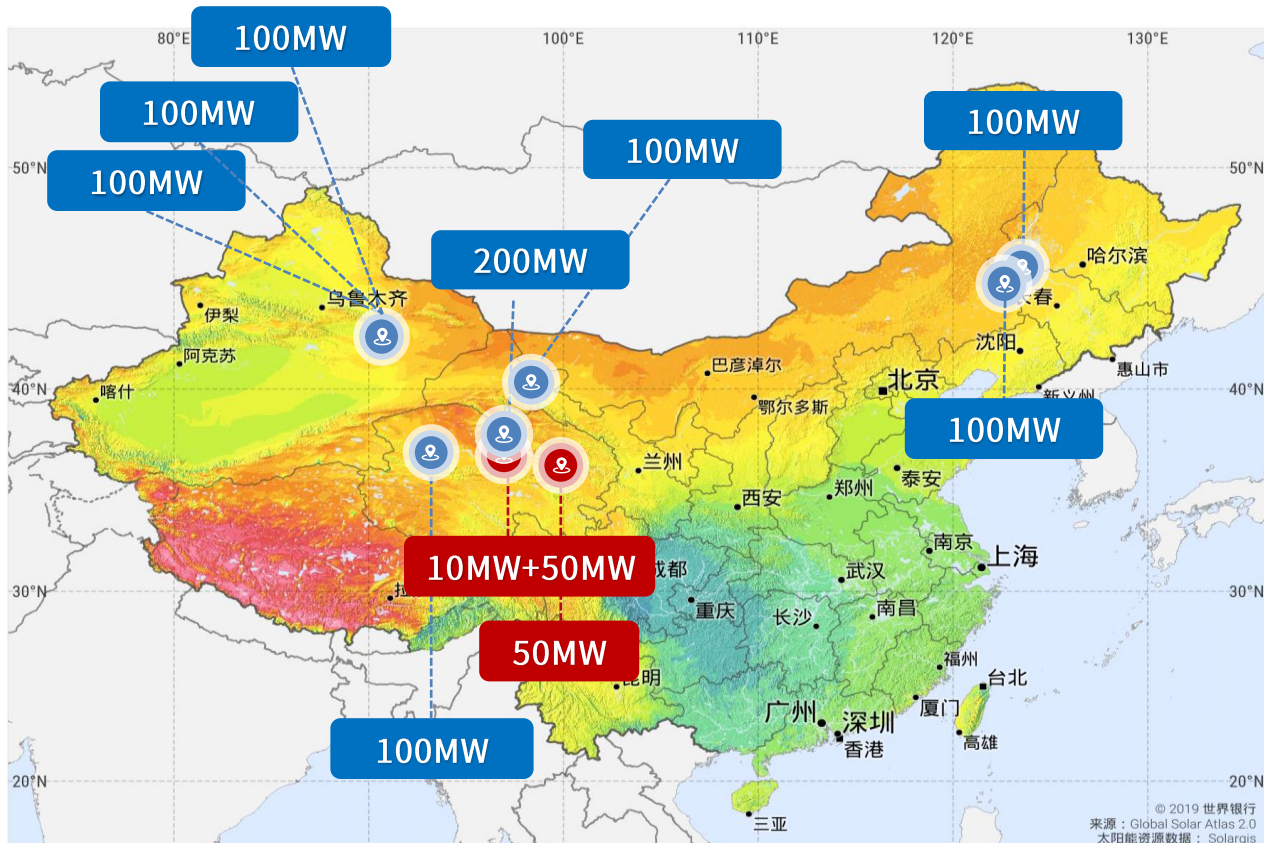
■ 系统工艺参数设计：

- ✓ 应考虑到本系统及关联系统的各种运行工况需求；
- ✓ 应充分考虑本系统及关联系统的运行安全；
- ✓ 应对本系统的设备选型和参数设计负责，并向关联系统提出参数需求。

■ 系统工艺需要优化的参数：

- ✓ 熔盐泵的流量和扬程；
- ✓ 调节阀的操作参数；
- ✓ 管道的口径、设计温度和设计压力；
- ✓ 仪表的数量、类型和安装的位置；
- ✓ 电伴热的回路设计、控制要求；
- ✓ 熔盐、汽水和压缩空气系统的安全泄放要求；
- ✓ 设备的基本布置要求：相对高度、相对位置。

3-3-6 项目业绩



110MW

- ✓ 已建成投运项目3个：
- 青海中控德令哈10MW
 - 青海中控德令哈50MW
 - 中电建青海共和50MW

900MW

- ✓ 已中标在建项目8个：
- 甘肃金塔中光100MW
 - 三峡格尔木100MW
 - 中广核白城大安100MW
 - 浙火吐鲁番鄯善100MW
 - 吉电股份白城通榆100MW
 - 中广核德令哈200MW
 - 中电建托克逊100MW
 - 国电投吐鲁番鄯善100MW

3-3-6 熔盐储换热系统集成案例



指标	参数
项目地点	青海省德令哈市
汽机装机规模	10MW
储热时长	2小时
储能量	48MWht
熔盐用量	500吨
蒸汽参数	8.83 MPa, 510°C
设计年发电量	1148万度
水工质投产	2013年7月
熔盐系统投产	2016年8月

中控德令哈10MW项目

指标	参数
项目地点	青海省德令哈市
汽机装机规模	50MW
储热时长	7小时
储能量	850MWht
熔盐用量	10,093 吨
蒸汽参数	13.2 MPa, 540 °C
设计年发电量	1.46亿度
开工日期	2017年3月
并网发电	2018年12月

中控德令哈50MW项目

指标	参数
项目地点	甘肃省金塔县
汽机装机规模	100MW
储热时长	8小时
电加热器	6.3kV, 20MW, 预留40MW
储能容量	1983MWht
熔盐用量	20517吨
蒸汽参数	14MPa, 550°C
设计年发电量	2.09亿度
并网发电	2023年12月

金塔100MW项目

可胜技术的核心技术团队具备设备选材、设计、制造管理、安装管理、调试和运行的全流程工程能力和经验，并经过了多个试验、中试、商业化项目的锻炼和检验。

德令哈50MW项目现场

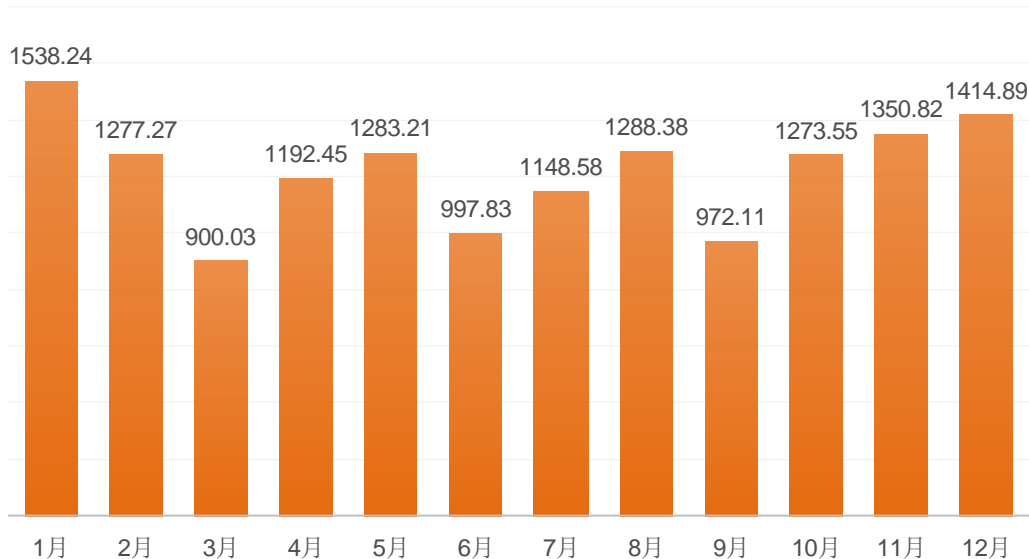
熔盐储能系统：
储存电量：**350MWh**
熔盐量：**10,093 tons**



3-3-7 德令哈50MW电站2022年年度运行成绩

2022年度实际发电量**1.464亿kWh**，发电量达到年度设计发电量的**100.26%**，圆满完成年度发电目标。

德令哈50MW光热电站2022年月度实际发电量情况 单位：万KWh



4.21亿 kWh

电站投运至今累计实际发电量4.21亿kWh，电站的长期运行表现遥遥领先于国内其他已投运光热电站，已成为国内光热项目的建设运行典范。

04

总结

“可胜技术为您提供 高可靠的熔盐储能 解决方案”

01

目前，熔盐储能除了在光热领域得到了广泛的应用，在火电灵活性改造和工业园区供能领域，都已经有了实际的应用案例。

02

可胜技术的技术团队具备设备选材、设计、制造管理、安装管理、调试和运行的全流程工程能力和经验，并经过了多个试验、中试、商业化项目的锻炼和检验。

03

可胜技术参与设计、安装管理、调试和运行的第一批示范项目中的两个项目，均实现了快速调试完成、一次性并网成功、较短时间通过240h连续试运，在后续长期的运行中，运行效果良好，发电量达成率高。

CosinSolar

可胜技术



让人类用上廉价、稳定的清洁能源!