中国太阳能热发电大会

加强产业协同
提升熔盐储热技术竞争力

湖北云图熔盐科技

2024.09

SOLAR POWER

目录

CONTENTS

熔盐储热

MOLTEN SALT ENERGY STORAGE

熔盐储能是全球第三大储能模式，在全球储能市场中占比 1.6%。

火电机组灵活性改造、光伏光热储能一体化、零碳智慧能源中心是熔盐储能的三大主要应用， 其中火电机组灵活性改造市场空间超千亿。

价值

- 提高可再生能源的利用率和稳定性，解决风光火等多种能源之间的协调问题
- 实现电网削峰填谷、系统调频、负荷平滑等功能，提高电网安全性和经济性
- 为工业、农业、建筑等领域提供清洁、高效、灵活的供热、供蒸汽解决方案，降低碳排放和成本。

熔盐

熔盐储热技术的核心，它是在高温条件下呈熔化状态的盐类。先进的高性能光热发电要求更高的工作 温度，新型混合硝酸盐的研发已被提上日程。三元硝酸盐 Hitec、Hitec XL、四元硝 酸盐是目前熔融盐的重点研发方向。此外，国外还开发出了新型的五元混合硝酸盐，具有更低的熔点和更高的最高使用温度。

名称	二盐元	Hitec	Hitec XL	四元盐
熔点（°C）	220	142	120	85.4
最高工作温度（°C）	585	150~538	480~505	600
比热容（kJ/（kgK）），300°C	1.495	1.560	1.447	1.519
密度（kg/m3），300°C	1899	1860	1992	1867
粘性系数×103（（N・s）/m2），300°C	3.26	3.16	6.37	3.17

SOLAR POWER

COMPANY INTRODUCTION

云图熔盐科技

云图控股旗下专业的熔盐产品研发和营销平台

- 太阳能光热联盟理事单位
- 中国无机盐工业协会熔盐储能专委会成员单位
- 中国碳中和五十人论坛特邀单位

云图控股

股票代码：002539

- 2.5亿吨盐矿
- 1.9亿吨煤矿
- 2亿吨硫铁矿
- 3.5亿吨的磷矿
- 140万吨高品质食用盐
- 6万吨食用氯化钾、
- 8万吨调味品
- 60万吨纯碱
- 66万吨氯化铵
- 45万吨磷酸一铵
- 10万吨磷酸二氢钾
- 6万吨黄磷
- 20万吨硝钠和亚硝钠
- 500万吨复合肥

公司将于2025年建成新的85万吨合成氨装置，投产后硝酸产能也将跃居行业前列。

云图控股已形成复合肥、联碱、磷化工及新能源材料业务等协同发展的产业格局

2011年

深圳交易所上市

云图控股，1995年成立，公司原称成都市新都化工有限公司

150亿

总市值

公司旗下近80家分子公司，其中9家海外子公司，在全球范围内拥有10,000多名员工，总资产超200亿元。

2.5亿吨

自有盐矿

公司旗下拥有丰富优质的磷矿、盐矿等上游资源，其中，已查明磷矿储量5.49亿吨，盐矿2.5亿吨。

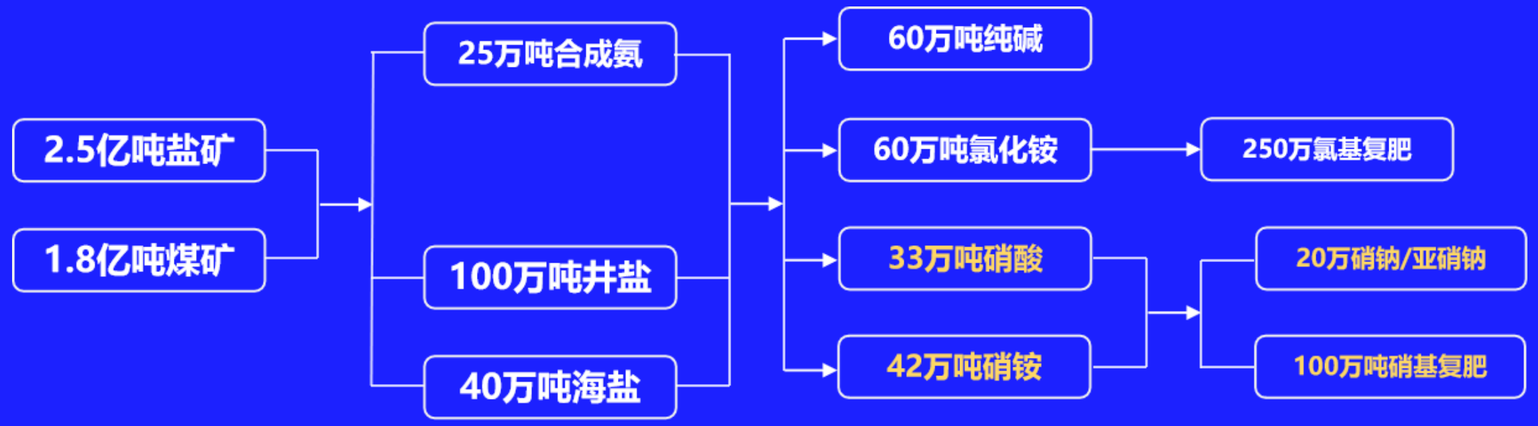
云图熔盐

Company introduction

硝酸钠、亚硝酸两钠合计产能20万吨

云图控股通过引进设备、迭代技术，不断提高产品质量，主成分含量稳定在99.5%以上，成功改进了原料液净化和产品提纯工艺，使产品中氯化物、亚硝酸钠、碳酸盐、钙离子、镁离子、水分、水不溶物等含量均达到了熔盐级硝酸钠产品标准。

- 在熔盐级硝酸钾方面，云图控股通过合作、托管、新建等灵活方式，可调配产能超过10万吨



云图熔盐光热项目业绩

- 中广核新能源德令哈200万千瓦光热储一体化项目
- 中广核新能源吉林大安吉西鲁固直流490MW综合能源项目
- 三峡新能源格尔木发电有限公司100MW光热工程项目
- 中国电建托克逊100MW项目
- 中国电建共和100MW项目

中国电建 POWERCHINA

中广核 CGN

三峡能源 China Three Gorges Renewables (Group) Co., Ltd.

首航高科 SHOUHANG

云图熔盐核心竞争力

产业链优势强

云图控股拥有业内最长、协同效率最高的盐化工、磷化工、煤化工产业链，构成公司的发展基础，推动企业快速前进。

产能潜力大

云图熔盐科技专注于高品质熔盐材料的研发和供给。
光热发电快速发展，火电灵活性改造前景广阔，对熔盐的需求增加不断增加。
云图控股的合成氨、硝酸、硝酸盐产能增产潜力巨大。

产品质量硬

云图控股与国家相关部门共同起草了中国《工业硝酸钠国家标准》、《硝酸胺钾行业标准》等多项行业标准。严格把控生产流程，以高质量的产品开拓市场，用良好信誉树立口碑。

MARKET ANALYSIS

熔盐市场分析
PART TWO

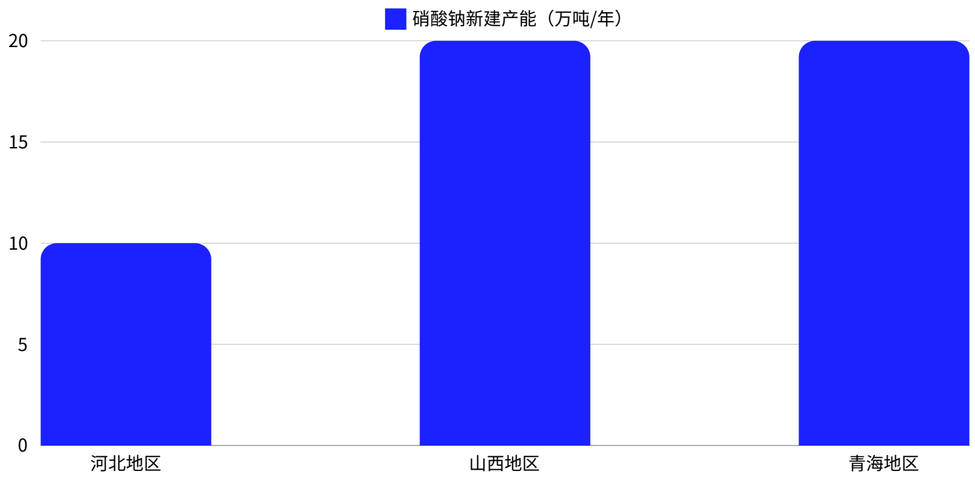
2025年、2030年光热电站用熔盐量预测

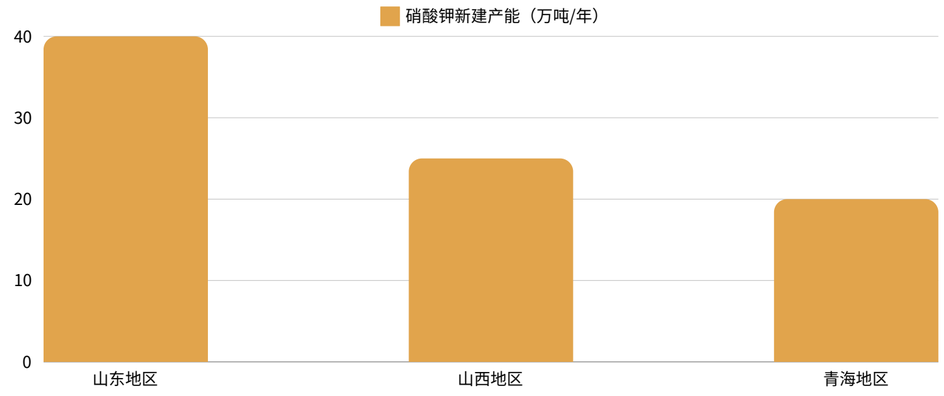
2025年光热电站用熔盐的预计需求量：根据目前规划的光热能力2760MW，假设熔盐均为二元硝酸盐，测算熔盐用量将达66.2万吨，其中硝酸钠用量为39.7万吨，硝酸钾用量预计为26.5万吨。

投运时间	光热项目名称	光热规模	光伏规模	风电规模	光热占比	硝酸钾需求量	硝酸钠需求量	熔盐产值
		（MW）	（MW）	（MW）	（%）	（万吨）	（万吨）	（亿）
预计 2025年前投运	新疆2022年第二批光热项目	1350	12150	0	10	12.96	19.44	18
	青海第二批风电光伏项目	400	5400	1200	5.7	3.84	5.76	5.4
	2021第一批风光项目（青海、甘肃、吉林）	1010	18190	5950	4	9.7	14.5	13.5
	合计（MW）	2760	35740	7150	6	26.5	39.7	36.9
预计 2030年前投运	2022年前期准备/可研/备案光热项目（含内蒙、西藏)	2300	11190	4300	12.9	22.1	33.1	30.8

熔盐产能预测

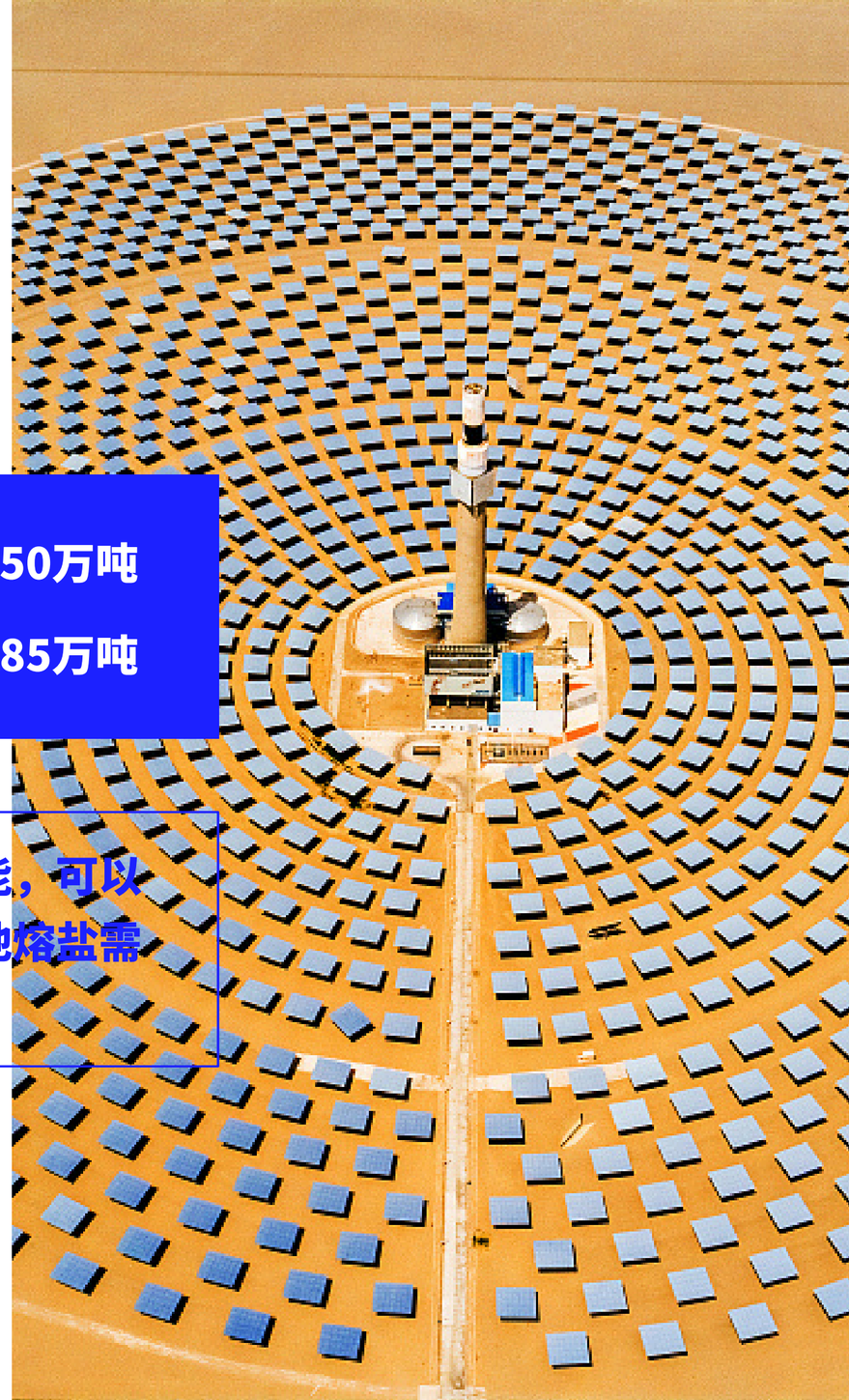
硝酸盐新建、扩产、重开产能较大，将在今、明年内释放





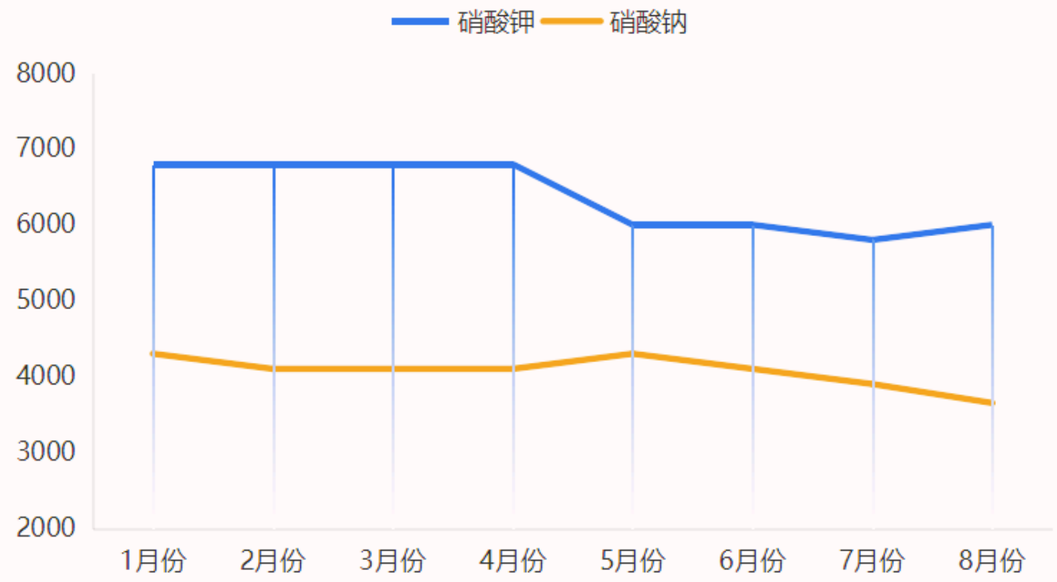
- 硝酸钠新建产能50万吨
- 硝酸钾新建产能85万吨

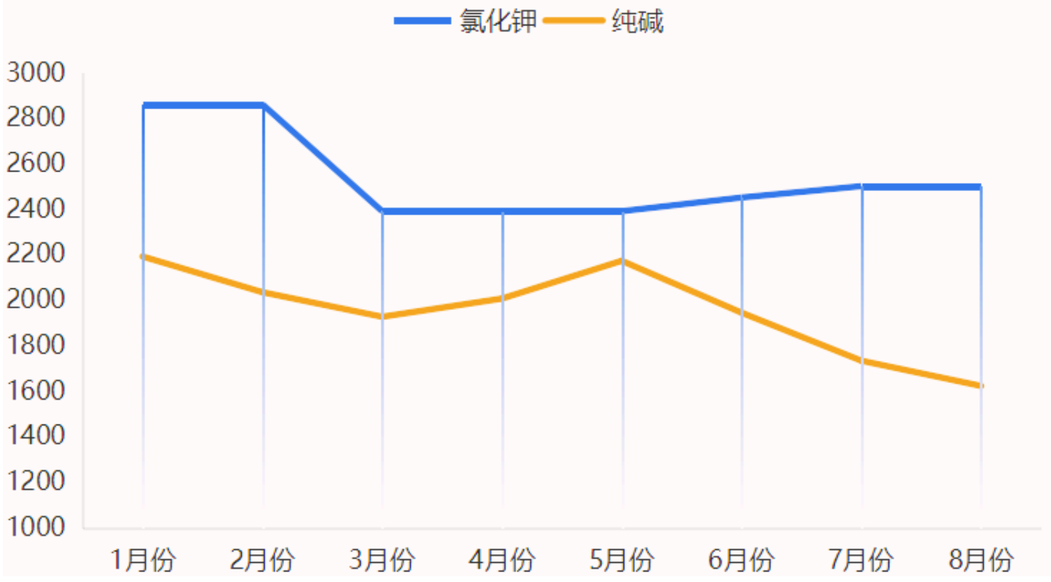
经过扩产和新增产能，可以满足熔盐储能及其他熔盐需求发展



熔盐及其原材料价格走势（出厂价 吨/元）

数据来源：中国无机盐工业协会





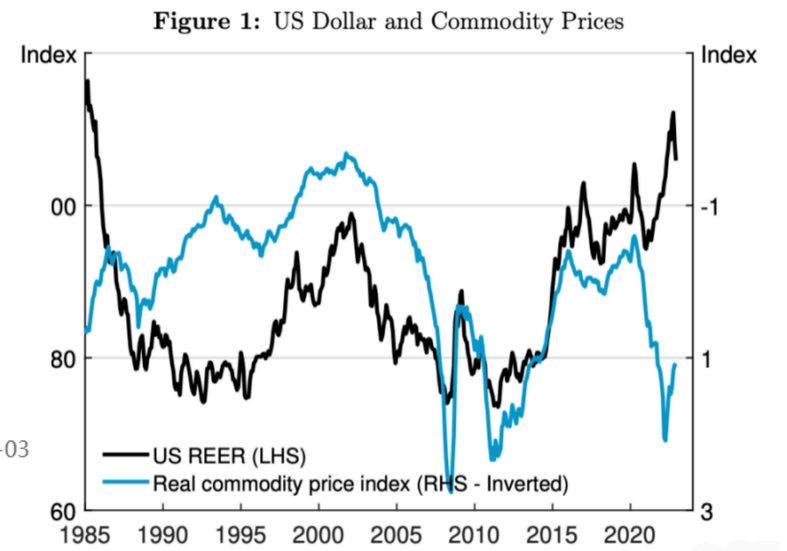
2024 年熔盐价格的走势受到多种因素的综合影响，在需求增长和原材料供应等因素的作用下，处于供求平衡状态

大宗商品价格指数

大宗商品价格指数

数据来源：东方财富数据中心

美元与商品价格



- 大宗商品的持续下跌带来熔盐价格回归，短期筑底
- 市场普遍预计美联储将在未来开始降息周期，这可能会对美元利率产生下行压力，如果美元利率下降，美元走弱，大宗商品价格可能会上涨。

熔盐价格趋势影响因素

政策因素

国家对新能源产业的政策支持或调整，会影响光热发电等行业发展，进而影响熔盐需求和价格。如出台鼓励光热发电项目建设的政策，会增加熔盐需求，可能推动价格上涨。

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）

国际市场价格

国际熔盐市场价格波动，会通过进出口等贸易渠道对国内市场价格产生影响。当国际市场熔盐价格上升时，国内熔盐的出口量将随之增加，导致国内市场供给量减少，进而可能引起价格上涨。

市场竞争

行业内熔盐生产企业之间的竞争态势愈发激烈。

COMPETITIVE STRATEGY

熔盐储热展望

PART THREE

行业发展分析

太阳能光热发电产业链

研发设计　系统集成　聚光　发电　吸热　储热/换热

根据国家能源局综合司印发的《关于推动光热发电规模化发展有关事项的通知》，“十四五”期间，全国光热发电每年新增开工规模力争达到300万千瓦左右，对应每年需要熔盐量90万吨。在国家新能源和低碳发展的政策利好下，熔盐储能规模化建设已经成为大势所趋。

熔盐储能发展势头迅猛

目前，我国已掌握完全自主知识产权的熔盐储能光热发电核心技术，并实现了相关产品的规模化生产，国产化率近100%。目前，产业链上下游产品和设备相关企业已超过百余家，产品和服务覆盖熔盐、熔盐储罐、保温材料、熔盐泵、熔盐阀等，供应链较为完善，可以满足我国大量熔盐储能项目投资和建设需要。

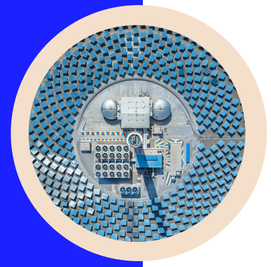
应用场景拓宽

熔盐储能不受地理条件限制、建设周期与新能源项目相匹配，且具有储能规模大、储能密度大、安全性能高等突出优点，在长时储能领域中的优势尤为明显。《中国能源报》数据显示，单从投资成本来说，目前，锂电价格在0.4元/瓦时左右，而储热成本可以做到0.1元/瓦时。

熔盐储能的应用领域远不限于发电侧，随着能源消费侧热能需求量的增加，将带来大量绿电制热需求，熔盐储能还将促进热能脱碳。

机遇与挑战并存

技术挑战



高温材料和组件

高温环境对材料和组件的稳定性、导热性和耐腐蚀性提出了更高的要求。因此，开发和使用适用于高温工作条件的高性能材料和组件是一个重要的技术挑战。

熔盐循环效率

在熔盐循环过程中，包括熔盐的加热、储能、热能传递和发电等环节，每个环节都需要优化设计和技术创新，以提高整体系统的效率。

规模化和经济性

成本效益

寻找成本更低、性能更优的材料是一个关键的研究方向。此外，优化组件设计和系统布局，提高生产工艺和制造效率也是降低成本的关键因素。

经济性

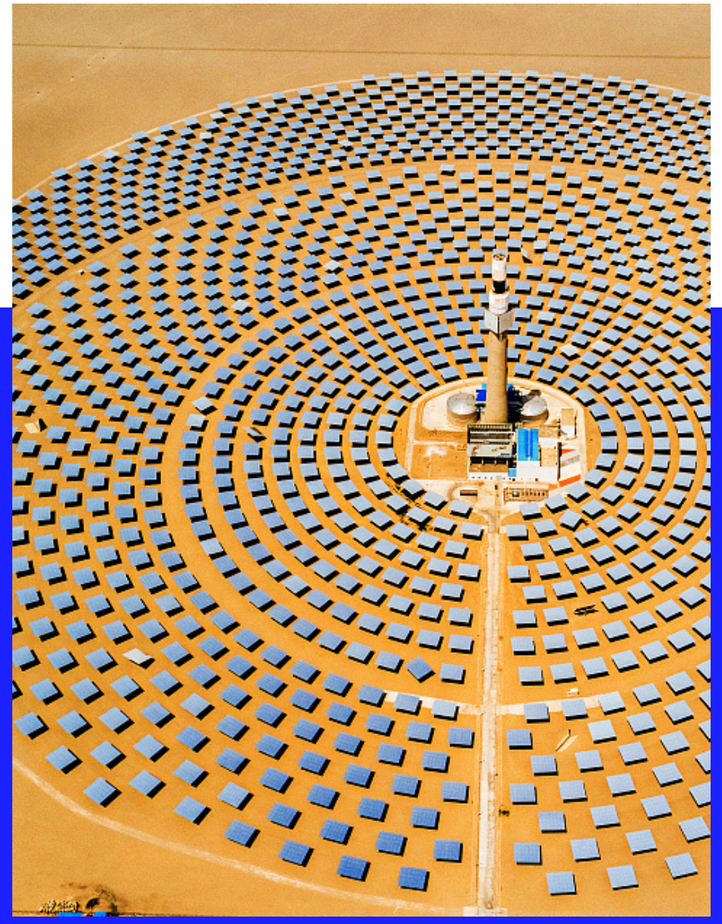
指熔盐储能系统在商业化运营中的经济可行性和竞争力。这需要降低储能系统的成本，提高能量转换效率和循环效率，同时考虑系统的寿命周期成本和运营维护成本。

环境影响

潜在风险

熔盐储能系统运行中可能存在潜在的安全风险，如盐腐蚀、泄漏或爆炸等。这些事件可能对周围环境和生态系统造成污染和破坏。

熔盐储热技术竞争力提升实施策略



新型熔盐材料的开发

随着科学技术的进步，预计将开发出更多新型熔盐材料，具有更高的热容量、更广泛的温度范围和更好的热稳定性。这将提高熔盐储能系统的效率和可靠性，并扩大其应用范围。

多能源系统集成

熔盐储能系统可能与其他能源存储技术（如电池储能、压缩空气储能）相结合，形成多能源系统集成解决方案。

智能化和数字化

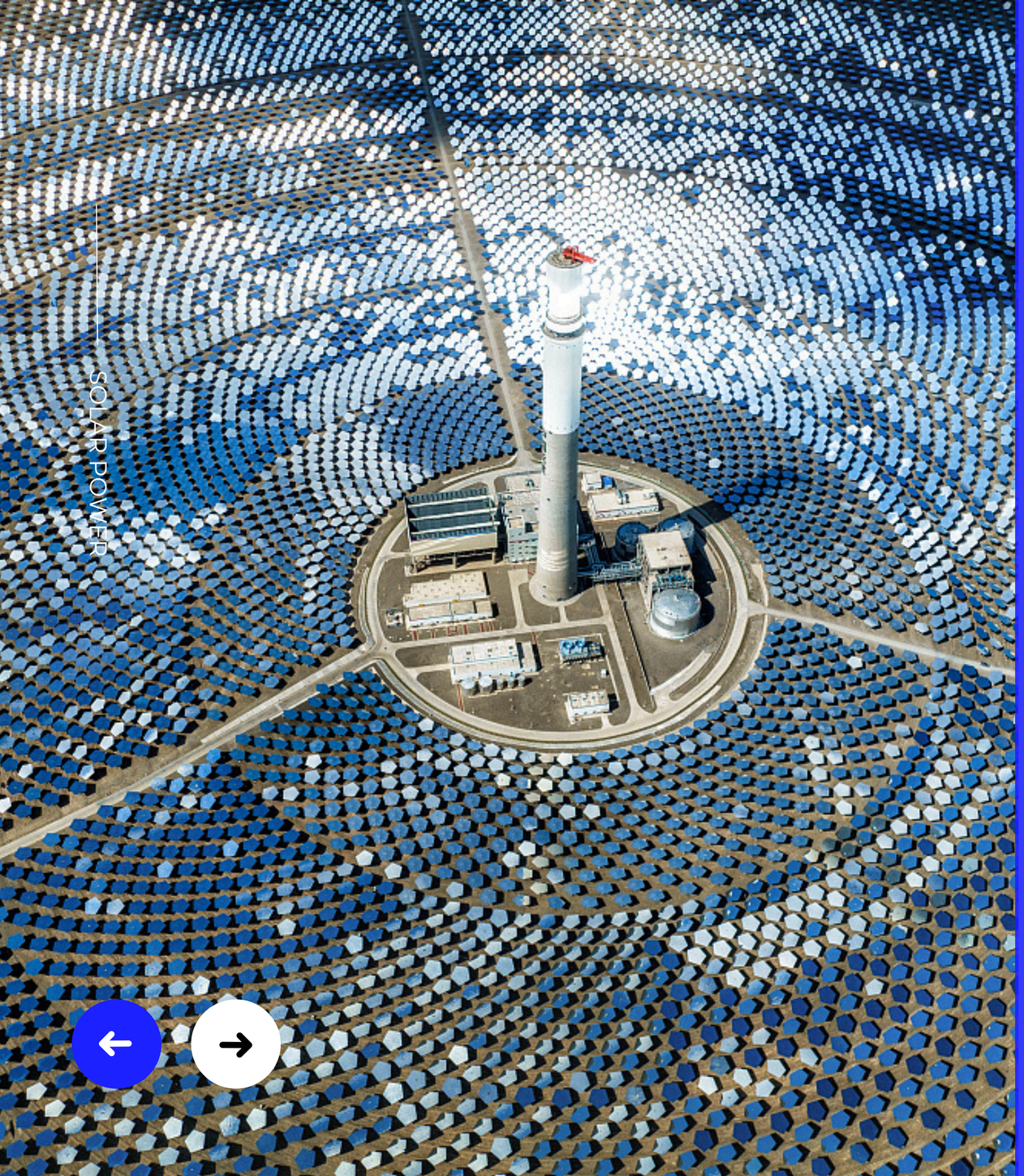
通过实时监测、预测分析和自动控制，系统能够更有效地管理能量的储存、转换和释放，提高能源利用效率和运营效益。

能源存储区中心化趋势

熔盐储能系统可以与分布式能源资源（如太阳能光伏和风力发电）相结合，为分布式能源系统提供可靠的储能和灵活的调度能力

国际合作和标准化

将进一步加强国际合作和标准化工作，以促进技术共享、经验交流和市场互联互通。共同制定标准和规范，有助于推动熔盐储能技术的全球应用和市场发展。



COOPERATIVE STRATEGY

加强产业协同

PART FOUR

产业协同的重要性

提高技术创新力

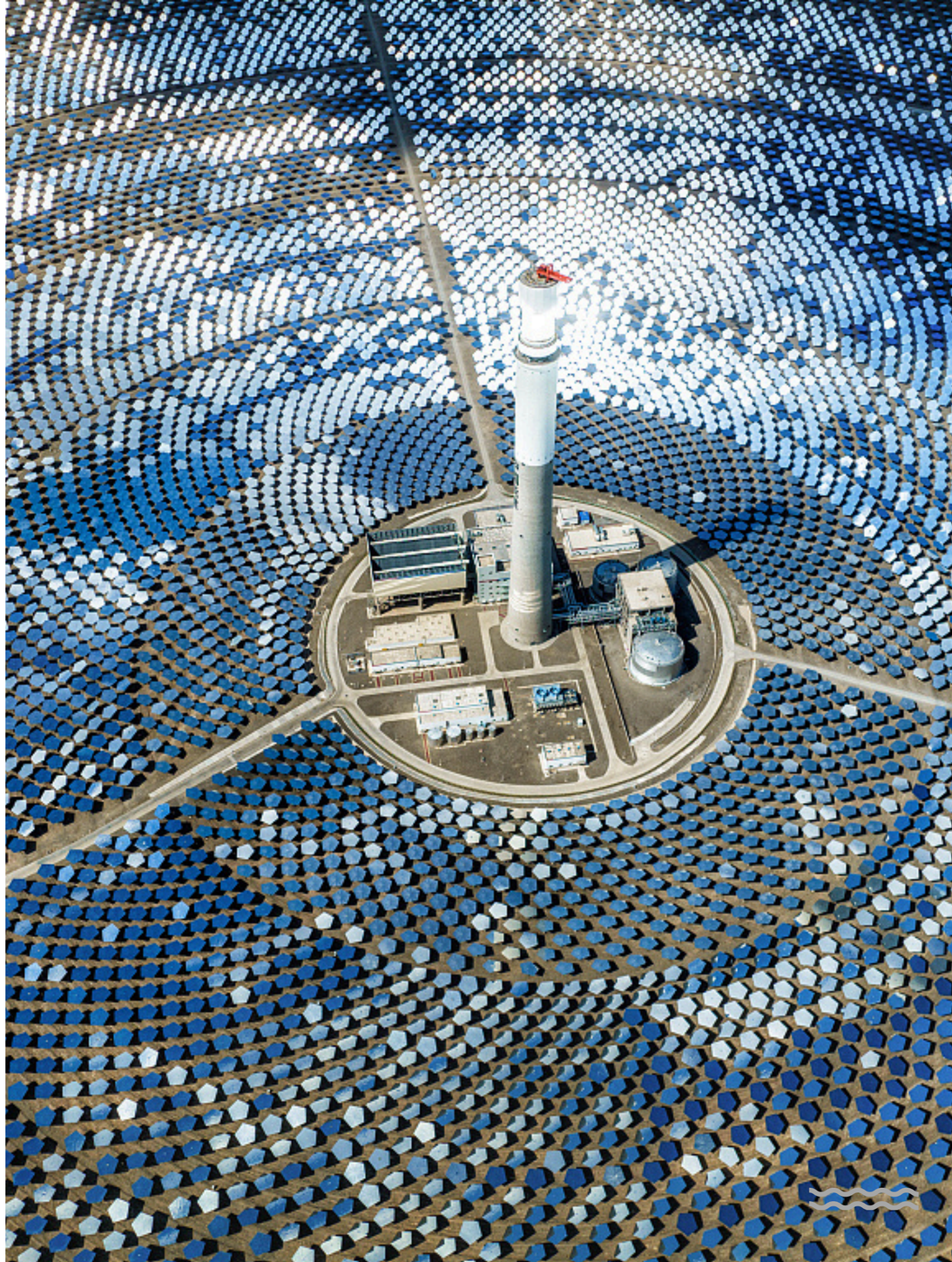
不同产业环节的企业和机构合作，共同研发新的熔盐储热技术和产品。

降低成本

通过协同采购、生产和供应链管理，降低原材料和制造成本。

拓展市场

整合各方资源，共同开拓国内外市场，提高熔盐储热技术的市场份额。



加强产业协同的策略

建立合作平台

- 以太阳能光热联盟等国家级熔盐储能技术产业联盟为平台，进一步强化产业链上下游的交流合作
- 积极拓展海外市场，搭建熔盐储能国际合作平台

制定合理标准

- 推动制定熔盐储热技术的行业标准，规范产品质量和性能
- 熔盐标准制定的原则应在高标准与经济性中找平衡

加强技术交流

- 举办技术研讨会、培训等活动，促进技术人员之间的交流与学习
- 发挥联盟的平台作用，定期组织到发电企业，设计院，总包方进行技术交流

优化供应链管理

- 协同各方优化原材料采购、生产和物流环节，降低成本
- 避免陷入价格战，应通过技术创新提升供应链成本、效率的优化

建立合作平台

明确定位：涵盖产学研用全链条的协同创新的平台

联合研发项目

针对熔盐的高温稳定性、腐蚀性、传热性能等方面开展联合研究，提高熔盐储热技术的整体性能和可靠性

技术共享与转让

通过技术的流动和扩散，加速技术的产业化应用，提高整个行业的技术水平。建立知识产权保护机制，确保各方的合法权益得到保障。

推动产业化应用与市场拓展

- 示范项目建设：推动熔盐储热技术的示范项目建设
- 市场推广与营销合作：加强品牌建设，提高熔盐储热技术在能源市场的知名度和认可度。通过合作拓展国内外市场，扩大市场份额。

关于熔盐标准修订的建议

目前广泛应用的熔盐是典型的无机盐产品，产品质量标准是保障熔盐下游行业安全利用、推动熔盐行业高质量发展的重要抓手，熔盐产品标准的制定不但要考虑生产企业的技术经济性，同时考虑下游用户对熔盐性能的需求，在满足下游用户安全使用要求的同时，我们熔盐生产企业应向发电企业提供更加低碳、低成本的熔盐产品，协会将积极组织相关企业开展标准体系的建设工作，通过团体标准的先行先试，为熔盐国家标准体系的完善创造充分条件。

中国无机盐工业协会会长
王孝峰

中国钾肥钾盐产业技术交流大会暨熔盐储能产业发展论坛
各会员单位提出的关于“熔盐标准修订的建议”

在现行的太阳能熔盐（硝基型）国家标准GB/T 36376-2018中，所规定的优等品指标按照目前的技术水平尚难以达到。鉴于此，建议对该标准进行重新修订。

GB4553国标熔盐级一等品，水分要求≤0.5%，建议挤压造粒水分可控制为1%以内，因为水分太低，不利于挤压成型，同时水分太低在存储和倒运过程中容易碎裂。(熔盐产品要经过高温熔融过程中投入到熔盐罐，物流中水分会蒸发掉，不影响熔岩在储热换热系统中的正常工作)

在工业硝酸钾国家标准GB/T 1918-2021中，I类指标已超出当前生产实际水平，其设定缺乏实际应用价值。鉴于此，建议对该标准进行重新修订，或将该指标归类为高纯度硝酸钾的标准。

在GB/T 4553-2016标准的工业硝酸钠中，氯化物的含量应以NaCl形式计；而在GB/T 36376-2018标准的太阳能熔盐（硝基型）中，氯化物的含量则应以Cl形式计。为提高标准的统一性，建议将两种标准中的氯化物含量计量方式统一，均采用Cl进行计算。

熔盐技术要求

提供满足质量要求的，经实验验证的经济的熔盐，是支撑这个行业持续健康发展的需求

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司科技创新中心
总经理、副总工程师
赵晓辉

国际标准参考

如下是1990年代国际第一个塔式熔盐光热电站的品质要求，不作为我们国内采购的依据，仅作参考。国内项目应执行现行国家或行业相关标准。

Appendix L. Solar Two Nitrate Salt - Lessons Learned (S. Showalter)

L.1 Specification and Composition As-Received

The original specification for the heat transfer and thermal energy storage medium at Solar Two called for 3.37 million pounds of nitrate salt prills with the following characteristics:

1. 60 wt% $NaNO_3$ and 40 wt% KNO_3 delivered in 1000 kg (2000 lb) bags.
2. Minimum nitrate salt concentration of 98 wt%.
3. Maximum 0.6 wt% chloride ion from all sources (corrosion control).

$$Mg(NO_3)_2 \rightarrow MgO_{(s)} + 2NO_{2,(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2,(g)} \qquad \text{(L-1)}$$

It turns out that the Solar Two salt contained approximately 0.05 wt% (500 ppm) Mg in the form of magnesium nitrate, as can be seen in Table L-1. The original specification provided no specific limit for magnesium because this decomposition reaction had never been experienced in previous tests and experiments. NO_2 is responsible for the brown gas and MgO precipitates to the bottom of the melt as a white flocculated solid. As the salt decomposes, it loses weight as gas evolves.

Experiments revealed that below 482°C (900ºF), the rate of weight loss is negligible. At 565°C (1050ºF) in a steel vessel containing about 9 kg (20 lb) of salt, off-gassing resulted in a weight loss rate of 0.002 lb/lb/min initially, tapering to zero once the reaction was complete. Once complete, the reaction was essentially irreversible.

After 20 days at temperatures around 1025°F, the concentration of magnesium dissolved in the salt reached a level, around 0.001 wt%, such that weight loss was complete, as verified by thermogravimetric analyses performed at Sandia. The salt was henceforth used in the system with no problem related to its composition or melting point.

L.6 Changes with Use

The composition of the salt changed as expected throughout the project. Perchlorate decreased, magnesium stayed low, nitrite formed within the bounds of equilibrium expectations, and no problems were observed. For an unknown reason, the salt melting point gradually lowered throughout the project from 404ºF to something near 395ºF when the plant was shut down. Although unexplained, this change appeared to have no effect, positive or negative, on the performance of Solar Two.

L.7 Lessons Learned

The following points summarize lessons learned with respect to the nitrate salt:

- The salt specification for Solar Two was adequate, with the exception of the magnesium.
- Magnesium results in off-gassing that should be accounted for in the plant design and startup plan. Care must be taken because NO_2 is extremely toxic and forms corrosive nitric acid when combined with water.
- Thermal conditioning was adequate for removing the magnesium. MgO solid fines that accumulated in the tanks and elsewhere presented no problem.
- Since salt prices increase with salt purity, it may be economical to accept lower purity salt if pretreatment is designed into the system/plan.
- Other impurities not yet experienced may result in a problem similar to the Mg. The likelihood for such problems is low, however, since work at Sandia with a wide range of
- Thermogravimetric and differential scanning calorimetry experiments should be performed to characterize salt stability and melting point, respectively, over the temperature range of interest prior to procuring the entire plant inventory.
- If chloride concentration is kept within the Solar Two specification, additional corrosion tests are not needed. Corrosion was not a problem with the exception of SCC, which is related

more to salt chemistry than to moisture intrusion. It would not make sense to specify chloride-free salt and there is not enough information to provide a new chloride specification related to SCC.

- Salt prills form blocks if they sit around too long. This should be included in the startup plan.
- Salt composition changed as expected.

TECH

加强技术交流

举办专业技术研讨会和论坛

定期组织熔盐储热技术研讨会和论坛，邀请国内外专家学者、企业代表和行业相关人士参加。发表最新的研究成果和技术见解，企业代表介绍实际应用中的案例和问题，促进技术的不断进步。

建立技术交流合作网络

通过线上+线下网络，实现资源的优化配置和技术的协同创新，提升整个行业的技术水平。

开展技术人员交流与培训

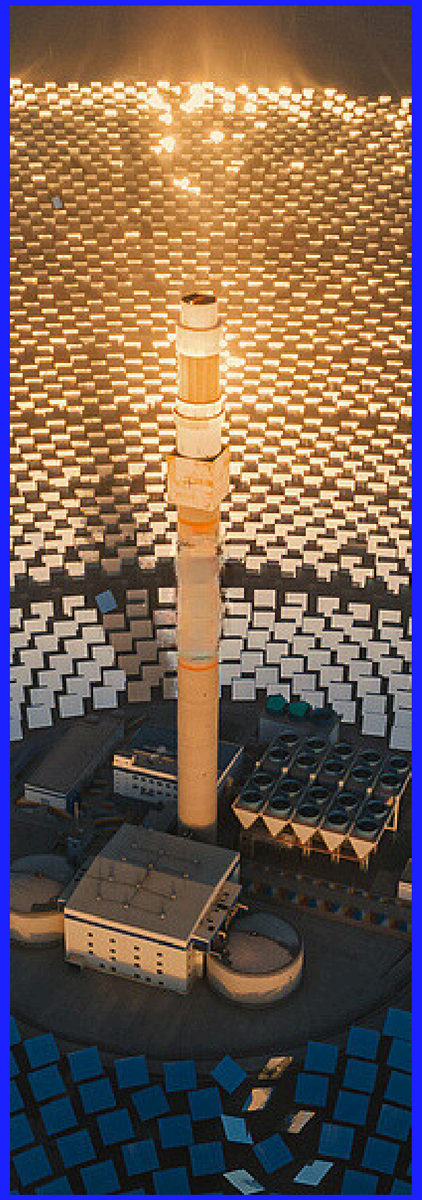
举办熔盐储热系统设计与运行培训班、储热材料研发与应用培训班等。

参与国际技术交流活动

积极参与国际上的熔盐储热技术交流活动，如国际学术会议、展览展示等。了解全球熔盐储热技术的发展趋势和先进经验，引进国外先进技术和管理理念。

加强产学研合作中的技术交流

通过共同开展科研项目、建立联合实验室，促进技术的转化和应用。



优化供应链管理

供应商选择与评估

- 严格筛选供应商：对潜在的熔盐供应商进行全面考察，包括其生产资质、技术实力、质量管理体系等。
- 实地考察供应商
- 建立供应商评估体系：评估内容可以包括产品质量、交货期、价格、售后服务等方面。

原材料控制

- 把控原材料来源：要求原材料供应商提供质量检测报告，确保原材料符合相关标准和要求。
- 原材料检测与验收：供应商应建立完善的原材料检测标准和流程，采用先进的检测设备和方法，对原材料的化学成分、物理性能等进行检测。

生产过程控制

- 建立质量管理体系：建立完善的质量管理体系，涵盖生产的各个环节。包括生产计划制定、生产工艺控制、质量检测、设备维护等方面。
- 生产工艺优化：改进生产工艺，提高熔盐的纯度、稳定性和性能。
- 质量检测与监控：在生产过程中，对熔盐的关键指标进行检测。

中国太阳能热发电大会

云图熔盐秉持开放理念
热忱欢迎各产业链伙伴深化合作
共筑战略联盟

云图熔盐科技

SOLAR POWER