

兆阳光热高性能低成本的聚光 集热和固体储热技术介绍

北京兆阳 王芳



创新



合作



坚持



共赢



目录/Contents



创新

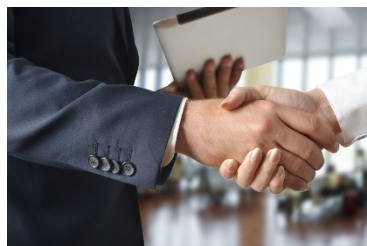


共赢



合作

坚持



01. 关于企业

02. 技术概述

03. 聚光集热技术

04. 固体储热技术

05. 前景展望

01
Part

关于企业

(我们是谁)

1.1 企业简介

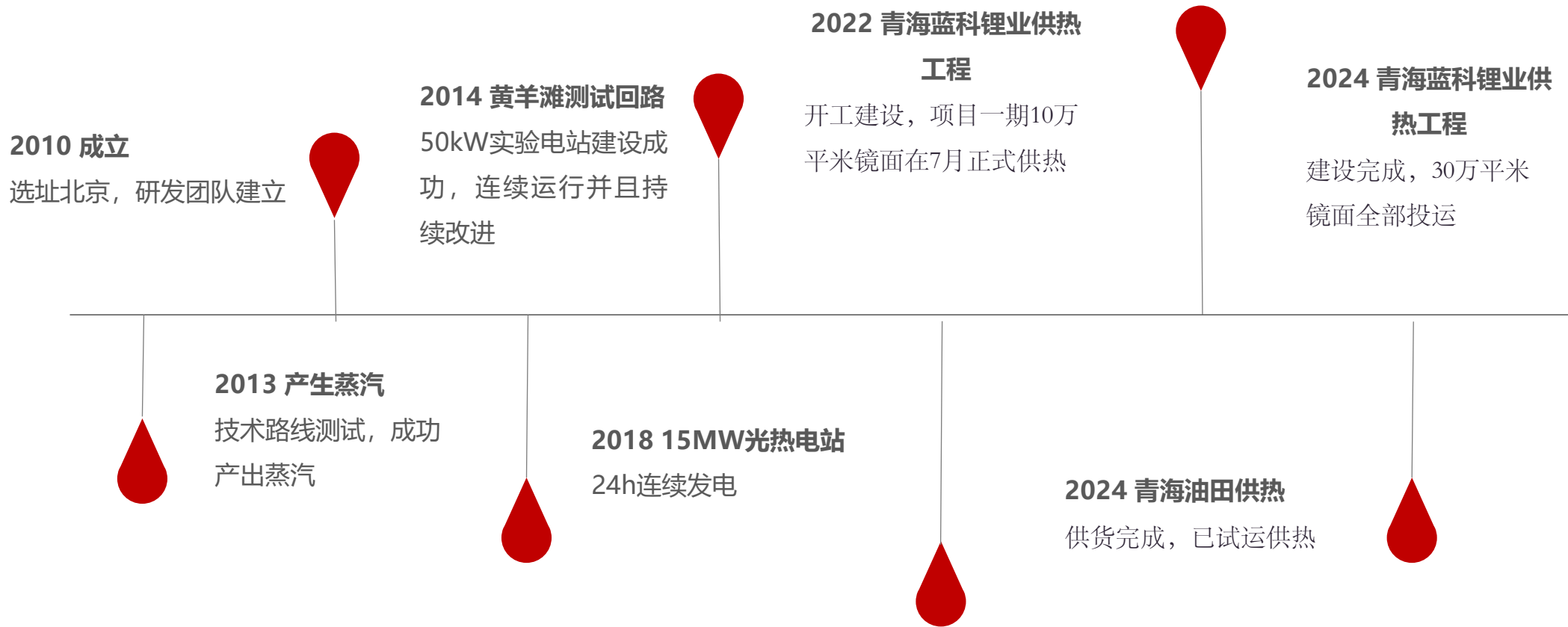


北京兆阳光热技术有限公司（简称北京兆阳）成立于2010年，秉持行胜于言的理念，潜心研发14年，一套原创光热技术体系（类菲涅尔聚光集热技术和大规模储热技术），具备全产业链完整自主知识产权。

公司可提供全套太阳能光热技术服务，1) 提供类线性菲涅尔太阳能供热、发电技术解决方案、装备集成、工程服务；2) 开发、投资、制造、建设、运营线性类菲涅尔太阳能供热、发电工程。

北京兆阳全资子公司四川苏能电力工程设计有限公司具有工程设计、工程勘察、工程测量、总承包等系列资质，可从事资质范围内的工程服务。

1.2 发展历程



1.3 知识产权、标准与荣誉



知识产权

发明专利43项，实用新型专利150项
其他国家专利授权18项

国家标准

主编一项国家标准《菲涅耳式太阳能光热
发电站技术标准》，参编三项国家标准

资质

国家高新企业、中关村高新、北京市
知识产权示范单位

荣誉与课题

2022年中央引导地方科技发展专项课题
核心专利获得2022年电力科技成果金苹果奖
2018年度全球绿色低碳领域蓝天奖

02

Part

技术概述

(我们能做什么)

2.1 产品需求

始终坚持“经济、安全、可靠”的原则，我们秉承“用户至上”的原则，将用户需求抱在首位。我们始终坚持不断创新、不断突破，始终保持产品第一、技术第一、服务第一的初心，全新全意做好产品的开发与用户的极限体验。

- 冬季热量需求相对较大

- 经济性要满足可与传统能源竞争的优势

- 安全性强

- 反射构件需要高频次清扫

- 施工周期短

2.2 技术体系

类线性菲涅尔聚光技术

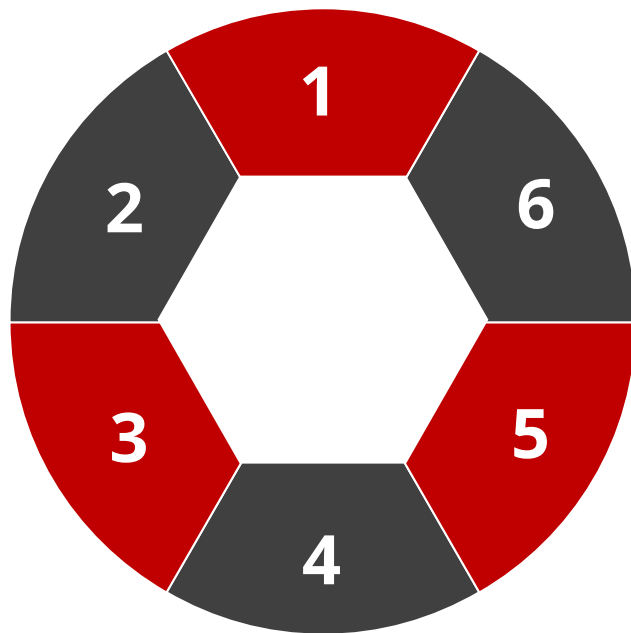
1. 双玻冷弯类线性菲涅尔反射镜（专利产品）
2. 东西轴倾斜向阳布置

多元化的吸热器

1. 采用非真空集热管，应用于热水供应领域
2. 直接蒸汽发生式吸热器，在适当位置设置汽水分离器，可直接输出高温高压蒸汽

驱动跟踪系统

纯机械式，成本低



高频无水清扫

1. 镜面高频无水清扫
2. 吸热器高频无水清扫

耐高温混凝土储热技术（储存蒸汽）

可将高品质蒸汽热能储存于混凝土储热体中，输出较低参数蒸汽

电蓄热储热技术（储存谷电等）

可将低价电能转化为热能储存于混凝土储热体中，输出高温传热流体

03

Part

聚光集热技术

(冬季集热量高、经济、安全、可靠)

3.1 前期调研



菲涅尔聚光集热

1

冬季用热需求量更大，传统南北轴布置方式，夏季集热量多，冬季集热量少，与用户需求不匹配

2

传统南北轴菲涅尔技术聚光倍率低，难以输出高品质参数

3

太阳能资源较好地区，环境条件恶劣，例如大风、沙尘、积盐、缺水等

4

生产、安装周期较长，不适合小规模市场化的供热场景

3.2 类线性菲涅尔式聚光集热技术特点

东西轴倾斜向阳布置

多镜条梯形布置

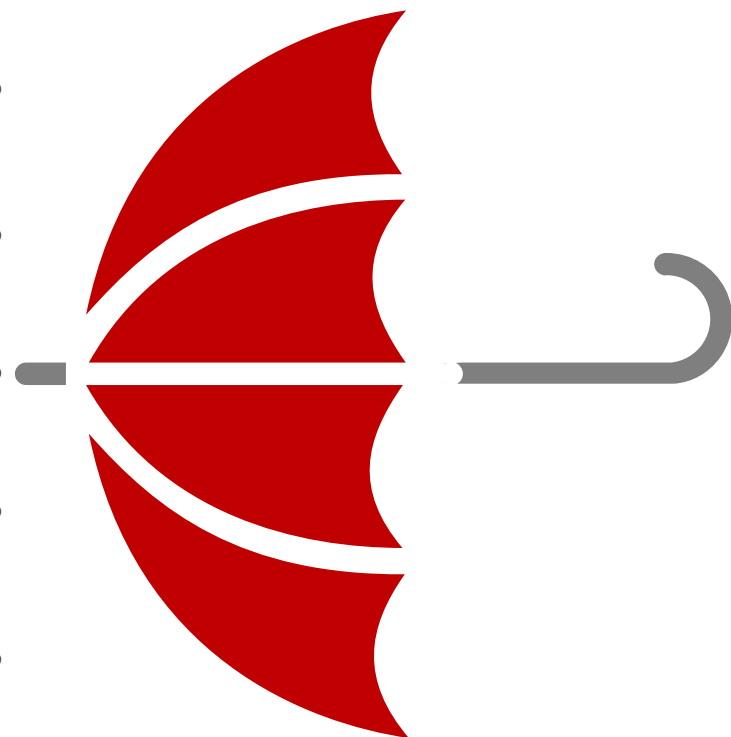
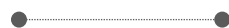
双玻冷弯微曲面反射镜

高频次无水自动清扫机器人

吸热器固定，可根据需求进行选装

水工质作为传热介质

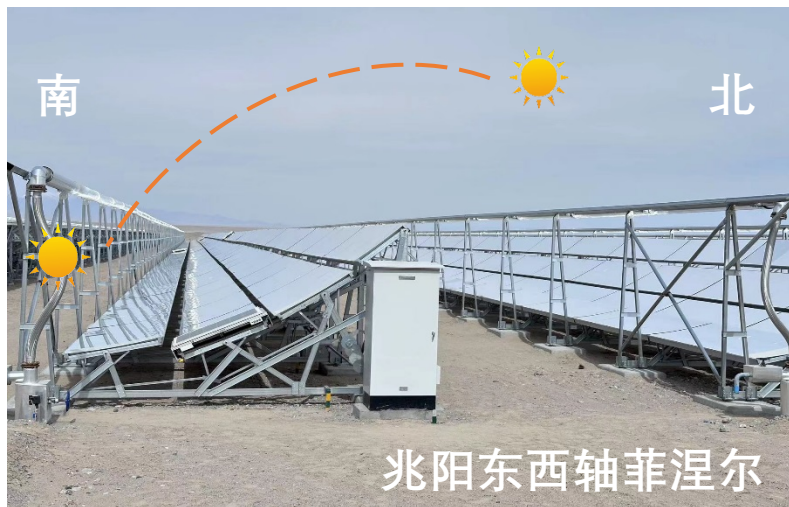
高温应用：直接蒸汽发生



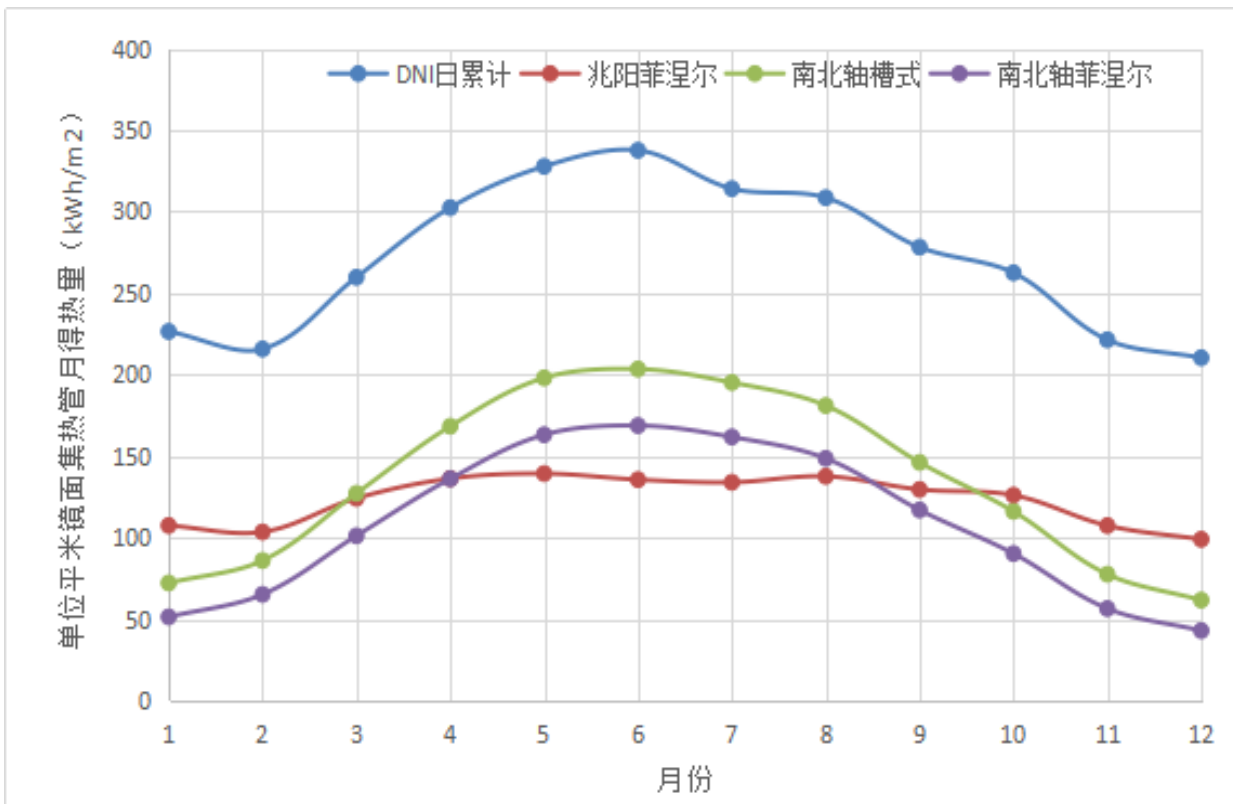
3.3 技术特点1--东西轴倾斜向阳布置

兆阳光热的东西轴菲涅尔聚光集热系统，聚光器倾斜布置于接收器北侧正后方，截光效率非常高。每日跟踪太阳光高度角，虽然存在一天内早晚时段的截光余弦损失，但是全年时段**基本没有季节差异性，四季集热量均衡**。镜场面积与储热容量设计不会出现冬季集热量严重不足或夏季弃热量大的情况。

同时，土地利用率高，单位平米镜面占地约2.1-2.3 m²左右，明显低于塔式聚光集热镜场的占地比例。



3.3 技术特点1—冬季集热量高，四季集热量均衡



不同技术路线集热场单位镜面全年累计集热管集热量的分布图

以我国纬度在40°的项目地为例，假设不考虑阴雨天，对于南北轴槽式、南北轴菲涅尔式以及兆阳类菲涅尔式集热场单位镜面全年及冬季累计集热量分别进行了计算，兆阳菲涅尔式的均衡性优势显著（如图表）；全年集热量与槽式基本相当，超出传统南北轴菲涅尔式10%以上；整个冬季集热量超出传统方式40%，12月、1月超出一倍。

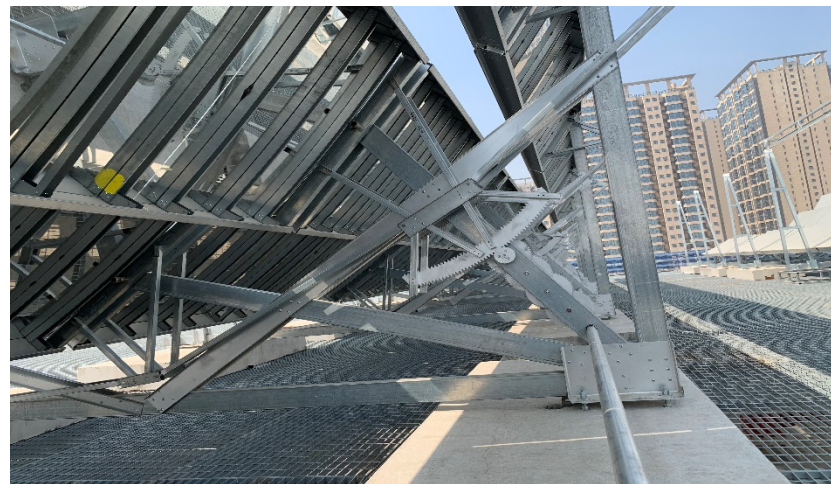
集热方式	冬季单位镜面集热量 (单位KWh/m ²)	集热比
兆阳菲涅尔	667	100%
南北轴槽式	540	80%
南北轴菲涅尔式	407	60%

3.3 技术特点2—多镜条结构，用钢少、抗风强；全机械跟踪，易维护



尺寸适中，多镜条结构，抗风能力强

第二代产品整体尺寸适中，抗风性能进一步增加，单位平米镜面的用钢量显著下降，有效降低镜场成本。



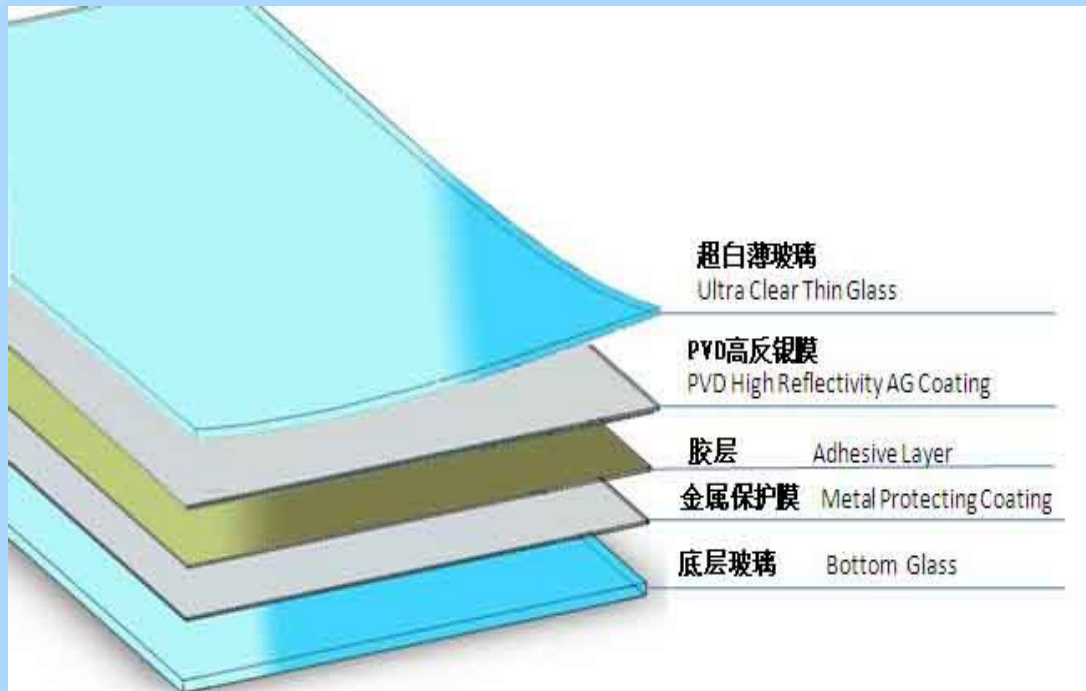
全机械跟踪系统

全机械跟踪驱动系统，高可靠性，直观易维护，特别适合高海拔恶劣气候环境。

一套驱动装置可控制3000-10000m²镜面，综合成本低。

3.3 技术特点3—精度及反射率高、成本低、安全可靠、使用寿命长

双玻冷弯微曲面反射镜

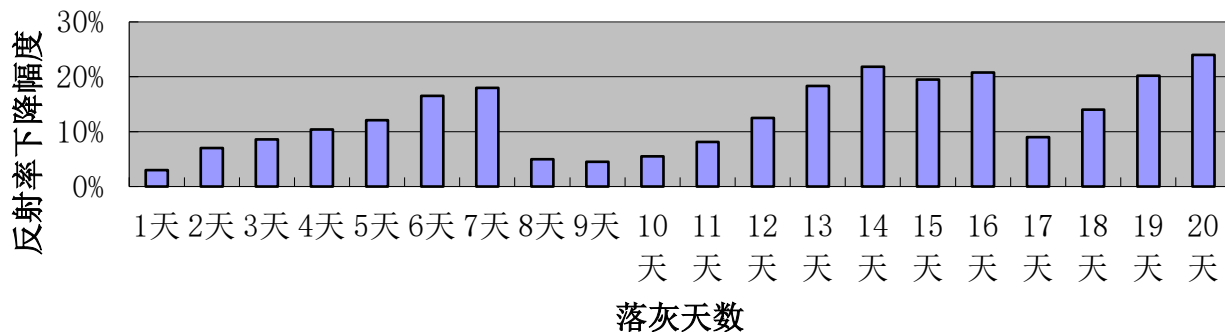


- 双玻冷弯工艺，低能耗高效率，适合自动化大规模生产，具有显著的经济性优势
- 面型精度高，无热弯钢化“风斑应力斑”现象
- 薄玻璃吸收较少，镜面反射率高达93.5
- 反射层及有机材料封装在两层玻璃内部，具备超高耐候性和抗冲击强度，使用寿命可达50年
- 镜片遭外力破碎后，不会直接掉落，安全可靠
- 该技术已取得18个国家或地区专利授权

3.3 技术特点4—高频次自动清扫，大幅度提升镜面和吸热器清洁率



自然落灰20天反射率下降值



自动清扫机器人与镜场支撑结构一体化设计，紧贴镜面沿东西方向自动行走，光伏板发电作为行走动力，双向设置限位自动换向；行走的同时旋转毛刷清扫镜面；清扫频率可达到每日一次；设备及运行成本低，能够保证镜面清洁率99%以上，是达成聚光集热高效率的基本保障。

3.3 技术特点4—高频次自动清扫，大幅度提升镜面和吸热器清洁率

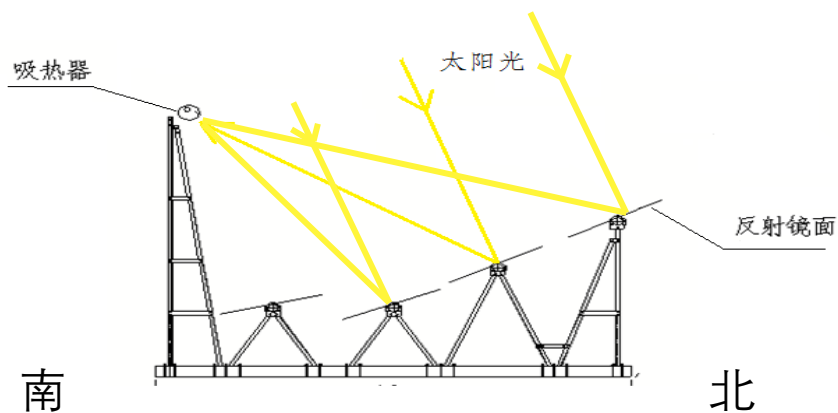


吸热器清扫车设置于轨道梁上，配置适于吸热器表面材质及形状的清扫毛刷，镜场回路端部设置充电桩，吸热器可以实现隔日无水清扫，广泛应用于积灰、积盐较为严重的项目地。

在青海盐湖地区，不采用镜面清扫车和吸热器清扫车的集热场，一个季度后集热量会下降约一半。

设置便宜、自动清扫的镜面清扫车和吸热器清扫车是保障集热场集热效率的关键因素，也是系统中投入回报比最高的设备。

3.3 技术特点5—吸热器位置固定，吸热器可灵活选装



- 聚光焦距变化范围较小，能流分布可调可控，适应低、中、高 不同的聚光倍率要求，可根据需求输出热水或者蒸汽
- 结合二次聚光，聚光倍率可高达200倍

- 吸热器位置固定，不随镜面跟踪而转动，稳定可靠，易自动清扫
- 轴向长度伸缩补偿简单可靠，有效吸热区域占比大；中低温系统可不使用真空集热管，进一步降低系统成本。

3.3 技术特点6—传热流体：水工质

安全、绿色、低成本的水工质



导热油

- 价格较高，额定工作点温度较低
- 高温易裂解，需要过滤及定期更换
- 运行管控要求高
- 存在泄露污染及气化爆炸的危险；



熔融盐

- 凝固点较高、保温防冻能耗太高
- 具有腐蚀性，对材料性能要求严苛
- 专用设备选择较少且价格高
- 泄露原因复杂、维修时间长
- 设计规范少、消防安全管理压力大



水/蒸汽

- 技术成熟，安全性高
- 易获得、成本低
- 可以利用的温度梯度差大
- 光热转换效率高于熔融盐和导热油

3.3 技术特点7—直接稳定输出蒸汽发生技术

接收器位置固定，轴向伸缩补偿简单可靠



CPC二次聚光设计，改善能流分布的均匀性



预热蒸发段后设置汽水分离装置，过热段增强换热及均温设计，因此能够稳定地直接产生过热蒸汽



大规模混凝土固态储热系统，进一步平滑稳定蒸汽输出参数



3.3 技术特点8—车间生产，高密度运输，现场装配量少



减少现场工作量，质量控制更规范



降低运输成本，机动灵活



“宜家式”装配。现场装配工作量减少，施工难度降低

04

Part

固体储热

(蒸汽蓄热、谷电蓄热)

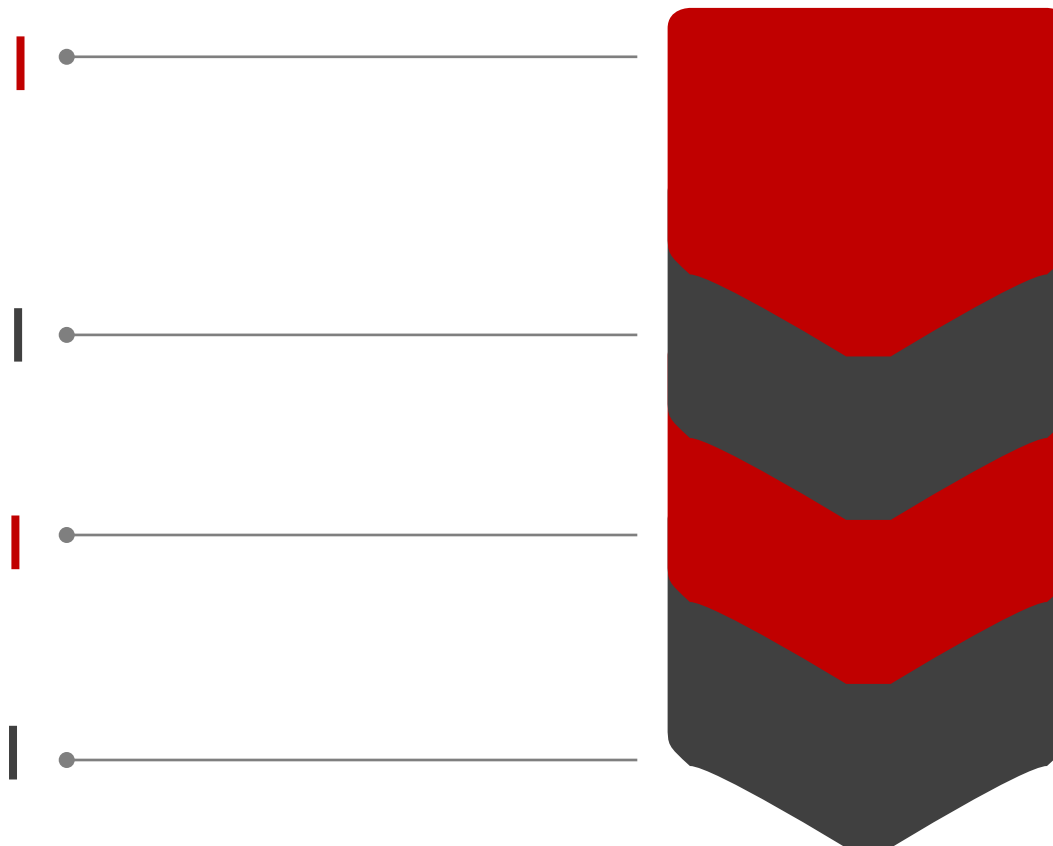
4.1 固体储热技术特点

材料朴素、设备常规、成本低

多单体设置，标准体系健全

安全可靠，无冻堵、泄漏、爆炸等风险

可储存蒸汽或电能



4.2 技术特点1-材料及设备常规，成本低

混凝土本体



水泥



沙子



石子



专有配方耐高温
添加剂

储换热系统



水泵



钢管



常规火电站阀门

4.2 技术特点2-多单体设置，标准健全



储热系统设置多个储热单体，某一储热单体在同一时间具有蓄热功能或取热功能，蓄热管道和取热管道相同，如此实现热量同时存储和取出的功能。

相关标准体系健全，混凝土本体参考建筑类相关标准，机务管道系统参常规火电站相关标准

4.2 技术特点3-安全、可靠，运维便利

安全

混凝土性能稳定，无燃烧、爆炸、环境污染等风险，不存在锅炉过烧、爆管的运行风险

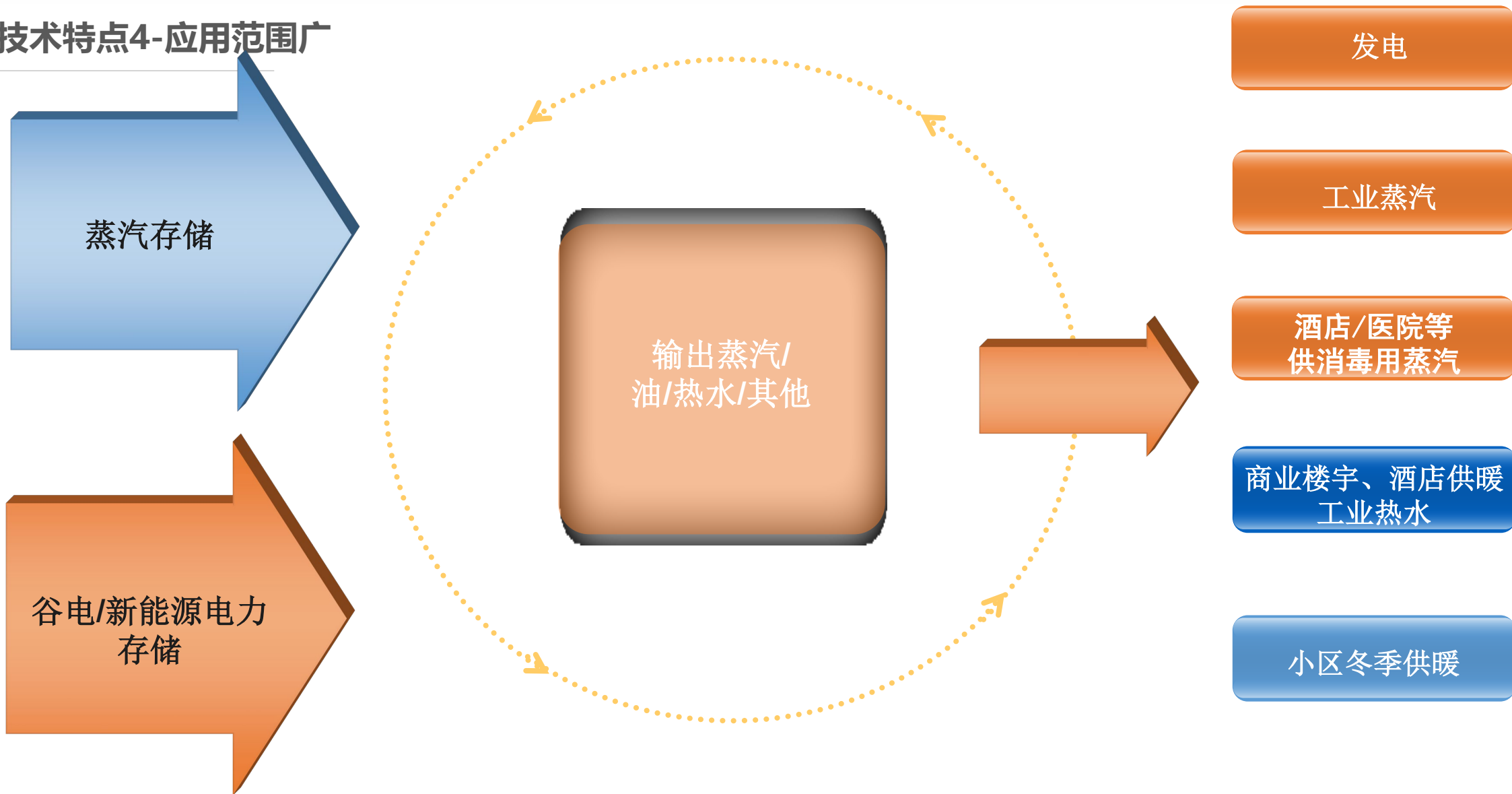
便捷

无高凝点液体储热工质的防冻堵问题，运行费用低，无泄漏风险

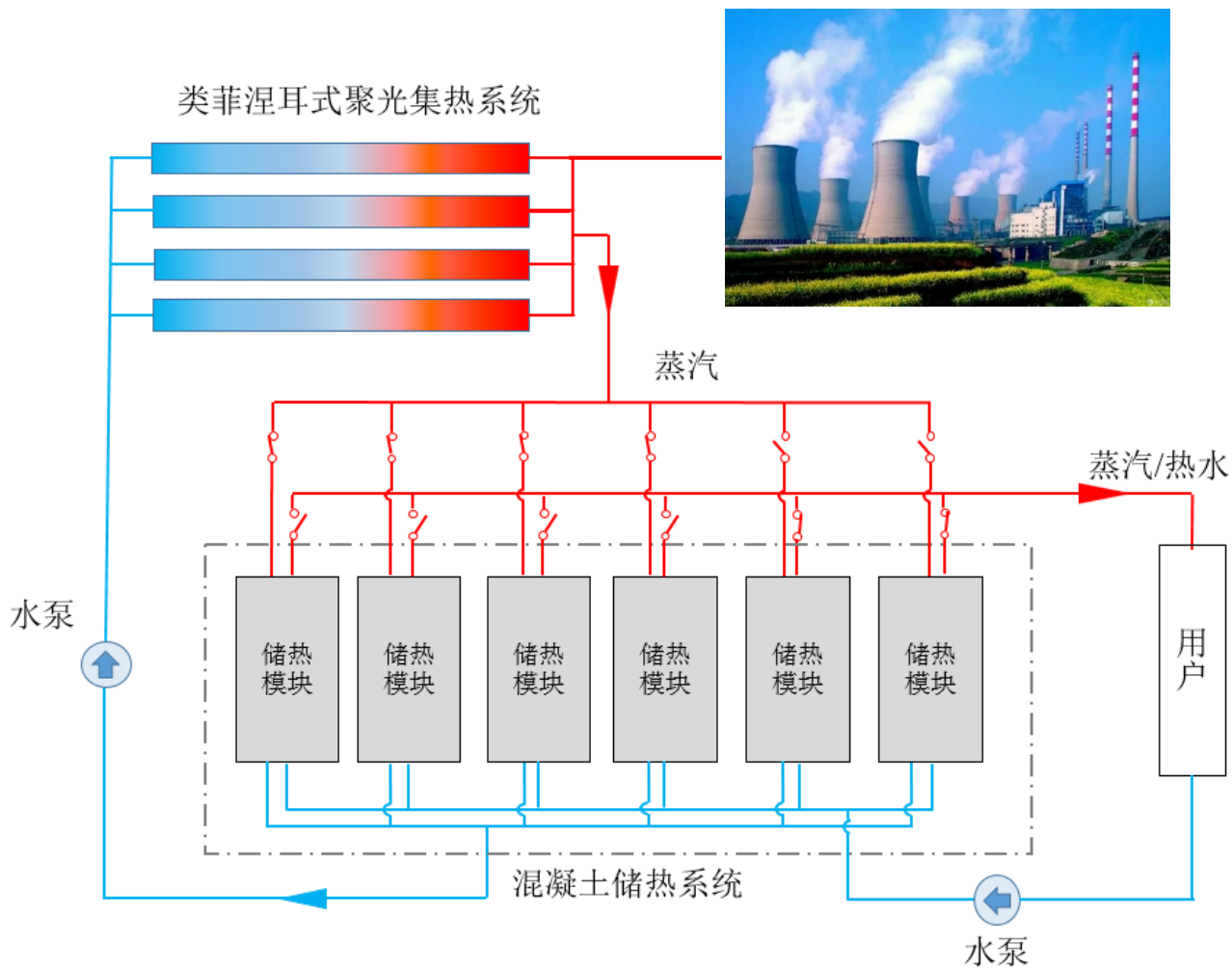
可靠

基础容量大，可作为汽轮机的黑启动电源或系统启动热源

4.2 技术特点4-应用范围广

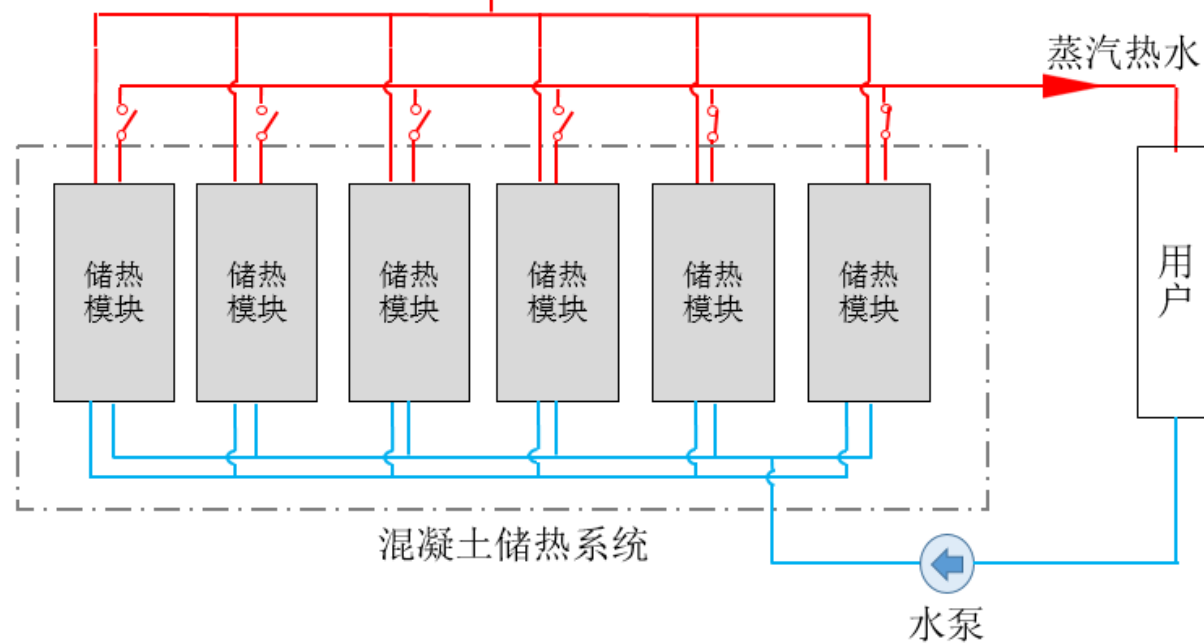


4.3 耐高温固体储热技术-蒸汽蓄热



蒸汽蓄热运行原理

4.4 耐高温固体储热技术-电蓄热



电蓄热运行原理

05

Part

前景展望

(项目案例及技经评价)

5.1 项目案例1



镜面面积：超2万平米

24小时连续输出平均热功率：约2.6MW

供热温度：不低于65°C

供货内容：3套线性菲尔聚光集热系统，用于采油作业过程中的原油、原水加热。

供货地点：中石油青海分公司



5.1 项目案例2

青海盐湖碳酸锂项目太阳能供热工程



镜场占地：约80万平米

年供水量：约1500万吨

年供热量：约88万吉焦

回路长度：250米-750米

镜场出口水温：80°C-85°C

项目采用经济型中低倍聚光集热技术、普通净水直接循环传热技术及大规模储热技术等组合技术方案，为碳酸锂生产提供40°C热水。

5.1 项目案例3

张家口尚义小蒜沟小区冬季供暖



占地：集热场占地面积约1.6万平方米，储热池容积约1000立方米

镜面面积：约5376平米

技术方案：类菲涅尔式聚光集热技术+储热池蓄热技术

年供热量：约1670MWh，供回水温度75/50℃。

环境效益：项目于2021年采暖季投运，每年可减少589吨的标准煤消耗，减少二氧化碳约1532吨，二氧化硫14.15吨，氮氧化物4.13吨的排放。

5.1 项目案例4

兆阳张家口15MW光热发电项目-38万m²镜面面积



镜场占地：约85万平米

镜面面积：38万平米

设计蒸汽参数：**12.5MPa, 450°C**

镜场回路数量：32条

镜场回路长度：约555米

技术来源：兆阳光热经济型高倍菲涅尔式聚光技术、直接蒸汽发生技术（DSG）以及耐热混凝土储热技术
2018年建成项目一期18万平米镜面和全容量混凝土储热，进行了一系列性能测试及试运，测试结果完全达到系统的设计要求。

5.2 经济性分析

青海盐湖2万吨碳酸锂太阳能供热工程



项目合作方式：BOT；

供热服务年限：10年

建设内容：30万平镜面的太阳能镜场、2.2万立方储热、
管网及换热；

项目总投资：约3亿元；

年供热量：设计标准约88万GJ；

年运维：500万元；

年税前收益：6000万元；

静态回收期： $30000/6000=5$ 年

5.2 经济性分析

供热成本分析



项目总投资：约3亿元；

项目使用时间：按20年计；

年运维：500万元；

20年项目总投入 = $3 + 500 \times 20 / 10000 = 4$ 亿

年供热量：约88万GJ

年替代天然气量：3000万立方

20年替代天然气总量 = $3000 \times 20 / 10000 = 6$ 亿立方

20年供热成本对标天然气价格 = $4 / 6 = 0.67$ 元/立方（不考虑资金成本及收益情况）

5.3 前景展望



01

新能源绿色产业，符合我国能源发展战略

02

太阳能聚光集热以及固体储热技术应用场景广泛，市场巨大

03

进一步降本，大规模推广应用指日可待！

谢谢聆听



创新



合作



坚持



共赢



电话：15313150667(同微信号)

网址：www.terasolar.com.cn

邮箱：wangfang@terasolar.com.cn