

## 三角腔体菲涅尔线集热器性能实验研究

宋景慧<sup>1</sup>, 马继帅<sup>2</sup>, 陈宇<sup>2</sup>, 代彦军<sup>2</sup>

(1. 广东电网有限责任公司电力科学研究院, 广东 广州 510080; 2. 上海交通大学 制冷与低温工程研究所, 上海 200240)

**摘要:**介绍了一种线性菲涅尔集热器,并进行了性能测试实验。集热器采用三角形腔体管束型吸收器,镜场采用超白玻璃反射镜,安装时做微弧处理,跟踪方式为单排独立驱动跟踪。参考 GB/T4271-2000 和 ASHRAE 93-86 两种标准,采用瞬时法对集热器进行性能测试,衡量集热器的工作性能。根据实验测点数据,计算出菲涅尔线聚焦集热器的空晒系数、热损系数以及集热器效率。实验结果表明,工作温度为 150℃ 时,集热器效率可以达到 36.6%,热损系数为 110 W/m。

**关键词:**菲涅尔集热器;性能测试;空晒系数;瞬时效率;热损系数

中图分类号:TK513.4 文献标识码:A

DOI:10.16146/j.cnki.rndlgc.2016.12.017

### 引言

菲涅尔太阳能线聚焦集热技术在 19 世纪 60 年代被提出,可提供 100~250℃ 稳定的热源,可为相关工业中温过程提供热量。近几年,由于相关技术的发展,其热效率得以提升,成本得以降低,从而一跃成为市场关注的焦点之一<sup>[1]</sup>。

菲涅尔线聚焦的技术特点与槽式聚焦技术类似,不同之处在于前者利用平面镜或者有微小弧度的曲面镜来聚集太阳光线,后者则利用大弧度曲面镜,如槽型抛物面反射镜聚光<sup>[2]</sup>。菲涅尔线聚焦集热器所使用的平面镜跟踪太阳,并将光线聚焦到吸收器上,给通过吸收器的工质,比如水加热,直至产生蒸汽,而蒸汽可用于发电、制冷或其它工业生产过程。

与槽式集热器相比,D. R. Mills 指出菲涅尔线聚焦集热器每平方米成本只有前者的 50%~60% 左

右<sup>[3]</sup>,但其缺点在于集热效率较低,比如槽式集热器的集热效率可达到 70%~80%,而菲涅尔线聚焦集热器的集热效率只有 50%~60% 左右,因此相对于槽式集热器,菲涅尔线聚焦集热器需要更大的镜面面积。

菲涅尔线聚焦集热器由多排镜面组成,每排镜面按照一定角度跟踪太阳,并将太阳光反射到吸收器上。由于太阳光线反射面积比吸收面积大很多倍,因此该过程实现了太阳能从低能量密度到高能量密度的转化,如图 1 所示。

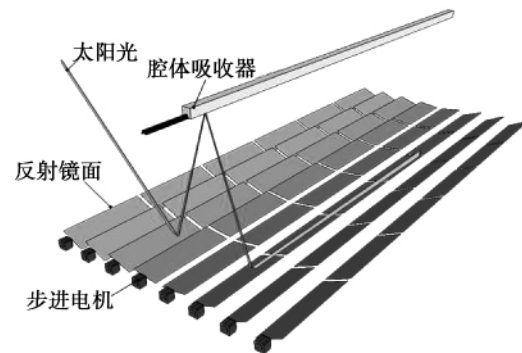


图 1 菲涅尔线聚焦集热器 3D 示意图

Fig. 1 3D model of linear Fresnel solar collector

本文主要介绍了采用三角腔体吸收器的菲涅尔线聚焦集热器的构建以及实验过程。首先根据菲涅尔线聚焦集热器设计理论得到的集热器设计参数,包括镜面布置、镜面尺寸与跟踪系统形式等;此基础上加工 14.4 m<sup>2</sup> 的菲涅尔线聚焦集热器,并进行空晒性能与效率测试,将测试结果与常见的槽式集热

收稿日期:2015-08-19; 修订日期:2016-10-16

基金项目:南方电网有限责任公司科技项目(K-GD2013-0489);国家科技支撑计划课题(2012BAA05B04)

作者简介:宋景慧(1973-),男,黑龙江密山人,广东电网有限责任公司电力科学研究院教授级高工。

通讯作者:马继帅(1990-),男,陕西榆林人,上海交通大学硕士研究生。

器进行比较。相对而言,菲涅尔线聚焦集热器的效率比槽式集热器低了接近 10%,但由于菲涅尔线聚焦集热器易加工、造价低,运行维护简单,在太阳能中温热利用领域仍有很大的应用市场。

### 1 菲涅尔线聚焦集热器的构建

菲涅尔线聚焦集热器的设计目标是提供 150 ~ 180 °C 的热源,因此根据张丽英的计算<sup>[4]</sup>,其聚光比在 40 ~ 50 之间一般可满足该要求,在此初步将聚光比定为 48。

#### 1.1 菲涅尔线聚焦集热器—吸收器

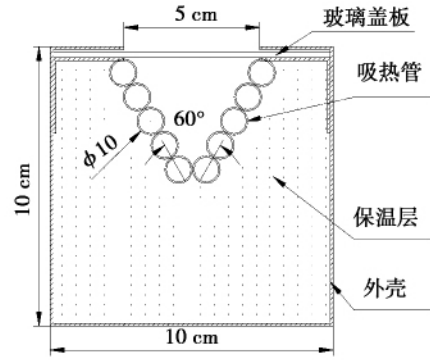
关于吸收器的选择,主要参考翟辉对于腔体吸收器的研究<sup>[5]</sup>,选用三角腔体吸收器作为集热器的吸收器,代替槽式集热器中的真空管吸收器,得到三角腔体槽式集热器在 150 °C 的效率为 41.1%,虽然比真空管槽式集热器效率低 10% ~ 15%,但是由于三角腔体吸收器的成本只有真空管吸收器的 20% ~ 30%,经济上占优,因此这里采用三角腔体吸收形式。同时,考虑到菲涅尔线聚焦集热器将来适用的介质不仅仅是导热油,也可能是水,会产生高压的蒸汽,因此使用由承压和导热能力较好的铜管管束三角腔体吸收器。图 2 为管束三角腔体吸收器,主要由吸热管、保温层、外壳与玻璃盖板组成,其中吸热管成束紧密排列成两排,与玻璃盖板共同构成三角腔体;最后,考虑到三角腔体吸收器的结构,不采用 CPC(二次聚光)形式<sup>[6]</sup>。

腔体吸收器铜管表面涂有选择性吸收材料,增加管壁对入射光线的吸收;玻璃盖板使用超白玻璃,光线透过率高;保温材料使用岩棉。各组成部分物性参数如表 1 所示。

表 1 腔体吸收器材料物理参数

Tab. 1 Physical parameters of the cavity

材料	密度 / kg · m <sup>-3</sup>	导热系数 / W · (m · K) <sup>-1</sup>	比热容 / J · (kg · K) <sup>-1</sup>	发射率
铜(选择性涂层)	8 978	387.6	381	0.5
铝	2 710	236	902	0.1
不锈钢	7 830	14.7	460	0.1
玻璃	2 719	0.65	871	0.85
保温材料	41	0.035	35	-



(a) 管束三角腔体吸收器



(b) 管束三角腔体吸收器实物图

图 2 三角腔体吸收器

Fig. 2 Triangle cavity receiver

#### 1.2 菲涅尔线聚焦集热器—镜场

由于吸收器未采用二次聚光形式,而吸收器的开口宽度为 5 cm,考虑到经济性,镜面的宽度方向尺寸一般在 30 cm 以上,宽度太小会增加跟踪系统的成本。而如果镜面没有一定的弧度,则经镜面反射之后在吸收器上形成的光斑宽度必定大于 30 cm,因此反射镜面采用有一定的微小弧度的镜面,利用弧度聚光光斑<sup>[7]</sup>。同时由于集热器聚光比为 48,因此多排镜面的总宽度定为 240 cm。

根据菲涅尔线聚焦集热器相关设计理论,进行菲涅尔线聚焦集热器的设计与加工。由于安装场地、加工条件限制,最后按照以下方案进行建造:(1) 选用 48 块 2 mm 厚的超白玻璃反射银镜,单块玻璃的规格为 1 m × 0.3 m。图 3(a) 为反射镜具有 3 层保护涂层,反射率 94% 以上,可正常使用 20 年时间;(2) 构建一定弧度的超白玻璃反射镜。由于超白玻璃经过强化之后有一定的弹性,因此通过超白玻璃、玻璃支架支撑与强化粘结剂的结合,在不经玻璃热弯的条件下,使得反射镜在外力的条件下形成一定弧度,如图 3(b) 所示。实际使用的反射镜下凹尺寸一般为 3 mm 左右;(3) 整个集热器由 8 排超白玻璃反射镜面组成,每排拥有 6 块反射镜,镜

场的镜面总面积为 14.4 m<sup>2</sup>; (4) 三角腔体吸收器距离镜面所在水平安装面的距离为 1.5 m。

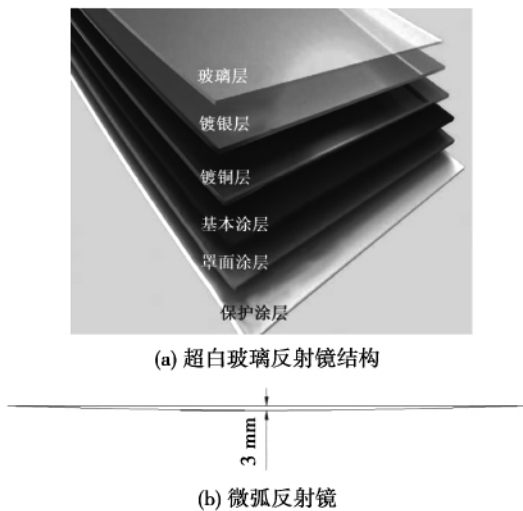


图 3 超白玻璃反射镜面材质

Fig. 3 Specification of the super white glass mirror

### 1.3 菲涅尔线聚焦集热器——跟踪系统

菲涅尔线聚焦集热器镜场的跟踪通过单片机实现。单片机实现跟踪功能的原理: CPU 通过读取时钟芯片的时间, 计算出镜面的朝向方位, 然后通过 I/O 口向步进电机驱动器发送脉冲, 驱动步进电机转动, 带动镜面旋转到相应位置。其中步进电机转动的角度由步进电机的细分步数调节, 不需要单片机控制。控制系统主要部件如图 4 所示。

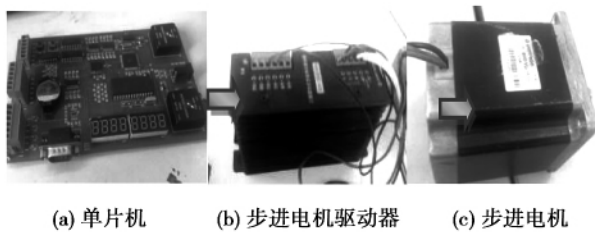


图 4 控制系统主要部件

Fig. 4 Control system process

关于跟踪形式, 考虑到多排镜面同时跟踪太阳, 以及跟踪误差与加工工序的问题, 最后采用单排独立驱动跟踪, 即每一排镜面都由一个小步进电机驱动跟踪。

综上所述, 菲涅尔线聚焦集热器的基本设计参数如表 2 所示, 下文的设计以及加工以此为准。

表 2 菲涅尔线聚焦集热器基本设计参数

Tab. 2 Basic design parameter of the linear Fresnel collector

项目	参数
集热温度 / °C	100 ~ 250
聚光比	48
吸收器结构	管束三角腔体吸收器
吸收器设计尺寸	参考图 2 (a)
镜面	微小弧度形式
镜面尺寸 / (m × m)	0.3 × 1
镜面数量	48
跟踪方式	单排独立驱动

## 2 菲涅尔线聚焦集热器测试系统

集热器效率曲线的测量参考了 GB/T4271 - 2000 和 ASHRAE 93 - 86 两种标准, 采用瞬时法测量。为了实现准稳态工况, 在测定数据的一个工况时间间隔内, 太阳直射辐射强度的波动不超过 ± 50 W/m<sup>2</sup>, 集热器入口工质温度波动不大于 1 °C, 工质流量的波动率不大于 ± 1%, 环境温度变化不超过 1 °C。在整个完整的测试过程中, 环境温度变动范围小于 30 °C, 风速不大于 4 m/s。

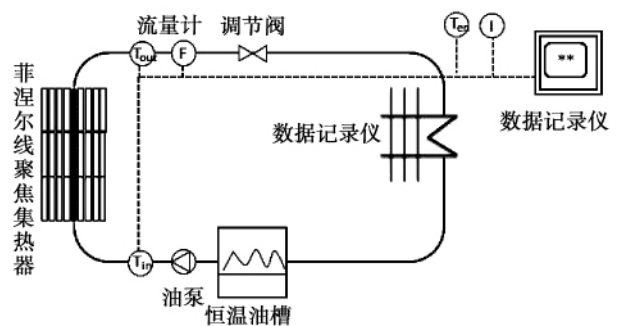


图 5 菲涅尔线聚焦集热器测试系统示意图

Fig. 5 Schematic of the collector's test system

系统性能测试数据采集系统的组成如图 5 所示, 图中标注了各传感器的测点位置。实验中系统温度测量采用四线制 PT100 铂电阻, 直射辐射强度和总辐射强度采用 Kipp&Zonen 公司的 Sun tracker, 该设备能够自动实现对太阳的二维跟踪, 配有两个全辐射计和一个直射辐射计, 利用直射遮挡球, 可以

测量出太阳直射辐射、散射辐射和总辐射值。为了实现信号的实时采集,采用 Keithley2700 多通道数据采集仪对电压和电阻信号进行采集,并在计算机中进行记录。各测试仪器及传感器的型号及精度如表 3 所示。

表 3 测试仪器及传感器型号

Tab.3 Type of test instruments and sensors

测试仪器/传感器	型号	精度
数据采集仪	2700 型 keithley 多通道数据采集仪	6 位半
温度传感器	四线制 pt100 铂电阻	A 级, ±0.5%
太阳辐射仪	Sun tracker	±2%

### 3 菲涅尔线聚焦性能测试

#### 3.1 空晒性能

所谓空晒性能,是指集热器在没有工质流过的情况下,在规定的太阳辐射、环境温度和风速条件下,达到稳定状态时,照射在腔体吸收器的太阳光线转化的热能全部通过辐射、对流和导热损失到环境中,此时吸收器表面温度达到最大,称为滞止温度。

为了测定集热器的滞止温度,吸收器进出口封闭,避免吸收器内空气与环境对流而对空晒测试结果产生影响。试验时,每隔 1 min 记录一次测点的温度数据和太阳辐射照度数据。测试时间 9:40 ~ 17:00,当日天气晴朗,间或少云,微风。选取 11:00 ~ 11:30 时间的测试结果,如图 6 所示,图中左侧纵坐标轴标示吸收器表面测点温度、玻璃盖板测点温度和环境测点温度,右纵坐标轴标示太阳直射辐射强度和总辐射强度。试验结果表明:(1) 平均直射照度为 664.0 W/m<sup>2</sup>,平均环境温度 18.6 °C;(2) 吸收器表面的温度随着集热时间的增加而不断升高直至 260.3 °C 左右,与此同时玻璃盖板的温度也随着升高直至 190 °C,此后吸收器表面温度变化幅度逐渐减小,即菲涅尔线聚焦集热器的滞止温度约为 260.3 °C。

集热器的空晒性能参数  $Y_s$  等于空晒温度与环境温度之差与太阳辐射照度的比值,可以用来定性的反映集热器集热性能的高低,而与具体集热器的

形式无关<sup>[8]</sup>。

$$Y_s = \frac{(T_c - T_{env})}{I_{DIN}} \tag{1}$$

式中:  $Y_s$ —空晒性能参数, (°C · m<sup>2</sup>) / W;  $T_c$ —空晒温度, °C;  $T_{env}$ —环境温度, °C;  $I_{DIN}$ —太阳直射辐射强度, W/m<sup>2</sup>。

在菲涅尔线聚焦集热器达到滞止温度 260.3 °C 时,根据式(1)的计算,空晒性能参数为 0.364 (°C · m<sup>2</sup>) / W。由于采用腔体吸收器的太阳能集热器性能参数尚未形成统一标准,此处参考真空管集热器标准进行比较说明。国标 GB/T17049 - 2005 规定真空管集热器的  $Y_s \geq 0.19$  (°C · m<sup>2</sup>) / W,可见本试验系统中所使用的菲涅尔线聚焦集热器空晒性能已达到生产应用的标准。

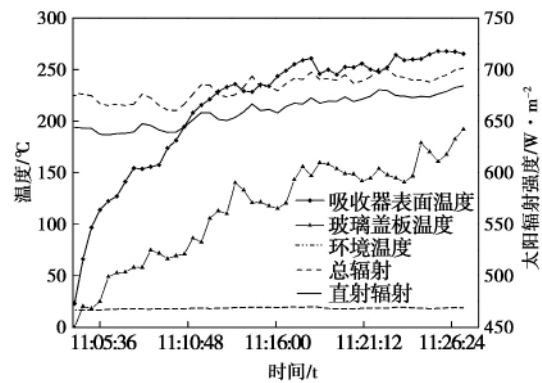


图 6 集热器空晒温度

Fig.6 Equilibrium temperature of solar collector

#### 3.2 集热效率与热损失曲线

参考 GB/T4271 - 2000 和 ASHRAE 93 - 86 两种标准,采用瞬时法对集热器进行性能测试。系统测试试验时天气晴朗,风速为 2 ~ 3 级,环境温度在 16 ~ 18 °C 附近波动,质量流量为 168 g/s。在测试过程中,在集热器的工作范围之内选择至少 8 个以上的测试点进行测试,测试结果如图 7(a) 所示。集热器瞬时热效率由下式计算<sup>[9]</sup>:

$$\eta_t = \frac{\dot{m}c_{p,w}(T_{out} - T_{in})}{AI_{DIN}} \tag{2}$$

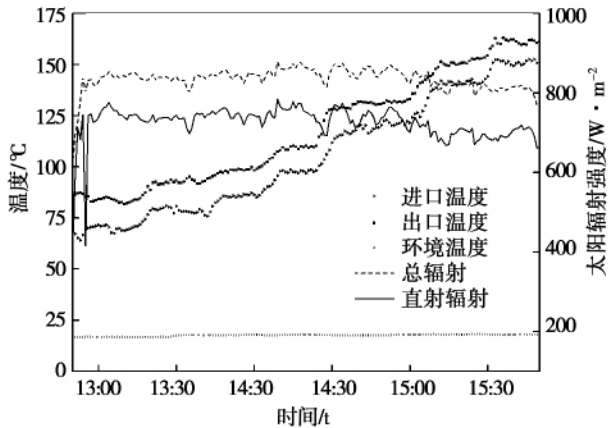
式中:  $\eta_t$ —集热器的瞬效率;  $\dot{m}$ —集热器流体质量流量, kg/s;  $c_{p,w}$ —流体的比热容, J/(kg · K);  $T_{in}$ 、 $T_{out}$ —集热器进口、出口处流体温度, °C;  $A$ —集热器反射镜面面积, m<sup>2</sup>。

集热器的集热性能曲线可以由归一化温差的函数形式表示出来,应用传热介质的平均温度  $T_{av} = (T_{in} + T_{out})/2$  集热器的归一化温差为<sup>[10]</sup>:

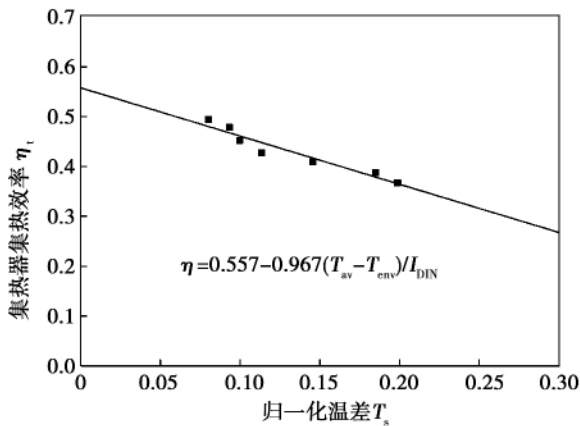
$$T_s = \frac{T_{av} - T_{env}}{I_{DIN}} \quad (3)$$

式中:  $T_s$ —归一化温差,  $^{\circ}\text{C}$ 。

图 7(b) 中,集热器的性能曲线根据测得的  $T_s$  和  $\eta_i$  数据利用最小二乘法进行曲线拟合得到。



(a) 集热器实验结果



(b) 集热器效率

图 7 菲涅尔线聚焦集热器测试

Fig. 7 Results of the collector's performance test

图 7(b) 效率曲线截距为集热器的光学效率, 试验得到的值为 55.7%, 与理想的光学效率 67.1% 相差 11.4%。在直射辐射为  $675.9 \text{ W/m}^2$  左右, 温度在  $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时, 集热器效率可以达到 45.2%, 当温度为  $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时可以达到 36.6%, 比预期效果稍低。这是由于集热效率与入射角度、末端损失、跟踪精度、玻璃盖板透过率、聚光器反射率、总热损失系数等有关, 在试验中跟踪的精度不高(跟踪误差 7% ~ 8%

左右)。

图 8 为管束三角腔体吸收器的单位长度热量损失  $U_{L,a}$  根据实验结果, 在  $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时的  $U_{L,a}$  为  $110 \text{ W/m}$  相对于热发电的槽式一真空管集热器较大。

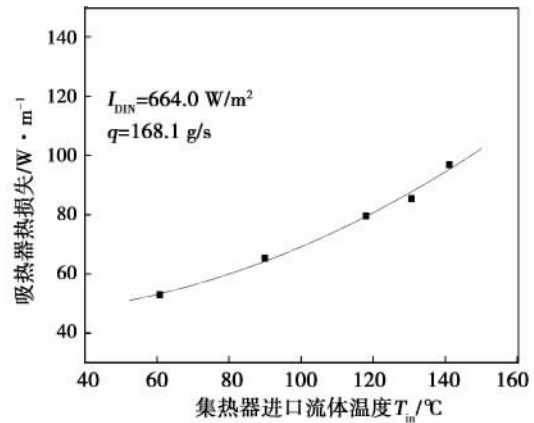


图 8 管束三角腔体吸收器热损

Fig. 8 Heat loss of the cavity receiver

此外,管束三角腔体吸收器菲涅尔线聚焦集热器在集热温度  $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时的效率为 36.6%, 槽式一真空管集热器在  $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时效率为 47.1%, 相对而言, 菲涅尔线聚焦集热器的效率低了接近 10%。

#### 4 结 论

本文主要涉及三角腔体吸收器菲涅尔线聚焦集热器构建以及实验过程。首先根据菲涅尔线聚焦集热器设计理论得到的集热器设计参数,包括镜面排布、尺寸与跟踪系统形式等,此基础上加工安装  $14.4 \text{ m}^2$  的菲涅尔线聚焦集热器,并进行空晒性能与瞬时效率测试,得到以下结论:

(1) 自行设计了  $14.4 \text{ m}^2$  菲涅尔线聚焦集热器的支撑结构和驱动装置,利用多个小步进电机带动多排反射镜面。

(2) 菲涅尔线聚焦太阳能集热器采用管束三角形腔体吸收器,集热器在半小时之内从环境温度升至  $260.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , 其空晒性能参数  $0.364 \text{ (}^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2)/\text{W}$ 。

(3) 同时得到菲涅尔线聚焦集热器的效率曲线,在实验条件下,光学效率为 55.7%;在集热温度  $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时的效率为 36.6%, 比相同条件下真空管集热器约低 10%。

(4) 管束三角腔体吸收器单位长度热损失为 110 W/m,比相同测试条件下真空管集热器略大。

(5) 但是由于菲涅尔线聚焦集热器具有诸多优点:如造价低,仅为槽式一真空管集热器的 53.1%;同时易加工安装、占地面积小,风载小、运行维护简单等,因此在太阳能中温热利用领域仍有广阔的应用市场。

参考文献:

[1] 张 辉,王一平,朱 丽,等.条形平面镜聚光器设计参数的分析及优化[J].太阳能学报,2013,34(11):1882-1887.  
ZHANG Hui,WANG Yi-ping,ZHU Li,et al. Analysis and optimization of the design parameters of linear flat mirror concentrator [J]. ActaEnergiae Solaris Sinica,2013,34(11):1882-1887.

[2] 李 明,夏朝凤.槽式聚光集热系统加真空管的特性及应用研究[J].太阳能学报,2006,27(1):90-91.  
LI Ming,XIA Chao-feng. Study on the characteristics and applications of evacuated tube heated by trough concentration system [J]. ActaEnergiae Solaris Sinica,2006,27(1):90-91.

[3] Mills D R. Project proposal for a compact linear Fresnel reflector solar thermal plant in the hunter valley [EB].

[4] 张丽英.槽式聚焦太阳能集热器及其应用研究[D].上海:上海交通大学,2008,39-55.  
ZHANG Li-ying. Study on parabolic through solar collector and its utilization [D]. Shanghai:Shanghai Jiao Tong University,2008:39

-55.

[5] 翟 辉.采用腔体吸收器的线聚焦太阳能集热器的理论及实验研究[D].上海:上海交通大学,2009.  
ZHAI Hui. Theoretical and experimental investigation of linear concentrating solar collector with cavity absorber [D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University,2009.

[6] 孟 鲤,朱跃钊,杨谋存,等.7 m<sup>2</sup>多槽式CPC聚光集热装置性能研究[J].热能动力工程,2013,28(5):535-536.  
MENG Li,ZHU Yue-zhao,YANG Mou-cun,et al. Performance study of a 7 m<sup>2</sup> multi-trough type CPC light concentration and heat collector [J]. Journal of Engineering for Thermal Energy & Power,2013,28(5):535-536.

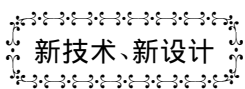
[7] FACÃO J,OLIVEIRA A C. Numerical simulation of a trapezoidal cavity receiver for a linear Fresnel solar collector concentrator [J]. Renewable Energy,2011,36:90-96.

[8] 白 涛.太阳能线聚焦腔体吸收器热迁移因子分析及集热器应用研究[D].上海:上海交通大学,2010.  
BAI Tao. Analysis on heat removal factor for cavity receiver of a linear solar concentrator and its utilization [D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University,2010.

[9] Duffie J A,Beckman W A. Solar engineering of thermal processes [M]. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.,Hoboken,2013:289-291.

[10] Duffie J A,Beckman W A. Solar engineering of thermal processes [M]. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.,Hoboken,2013.

( 单丽华 编辑)



### 第一台 OP-3C 燃气轮机将交付使用

据《Gas Turbine World》2015年5~6月刊报道,额定功率为19.1 MW的全径流式OP16-3C燃气轮机已于2014年6月成功地通过工厂的验收试验。

此外,燃烧室组件经受了大范围的气体燃料和液体燃料长时间连续的运行试验。试验燃料使用可供选择的热解油、乙醇、合成煤气和生物气等燃料。

使用低热值燃料运行的关键因素是确保在整个负荷范围内火焰的稳定性。借助于对燃烧室进行仔细地气动力学优化,在不需要引燃燃料的情况下,它可以在整个负荷范围(0~100%负荷)内燃烧低热值(≥5 MJ/Nm<sup>3</sup>)的合成煤气。

第一台工业用OP16-3C燃气轮机计划于2015年8月交付使用。用于在土耳其的固体废物管理公司,这台燃气轮机将使用由该公司的MSW(城市垃圾)气化装置生产的合成煤气运行。这台燃气轮机的特点是双燃料系统,柴油将被用作为备用燃料。

( 吉桂明 摘译)

“nominal thickness is not less than design thickness” in the Chinese standard. **Key words:** combined cycle ,waste heat boiler ,steam drum strength ,reliability ,design calculation ,computational analysis

三角腔体菲涅尔线聚焦集热器性能实验研究 = **Experimental Research on a Linedr Fresnel Solar Collector with a Triangle-Cavity Receiver** [刊 ,汉] SONG Jing-hui (Electric Power Research Institute of Guangdong Power Grid Co. ,Ltd. ,Guangzhou ,Guangdong ,China ,Post Code: 510080) ,MA Ji-shuai ,CHEN Yu ,DAI Yan-jun (Institute of Refrigeration and Cryogenics ,Shanghai Jiao Tong University ,Shanghai ,China ,Post Code: 200240) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 31(12). - 103 ~ 108

In this paper ,one kind of linedr Fresnel solar collector was introduced and relative performance tests were performed. The collector consists of a triangle-cavity receiver with tube rows ,a mirror field with ultra-white glass which is curved slightly when fixed on the support ,and the trace units in homotaxial manner. Referencing to the technical standards GB/T4271-2000 and ASHRAE 93-86 ,the transient method was used in the performance tests. According to the test data ,the no-load coefficient ,the heat loss coefficient and the thermal efficiency of the collector were calculated. The results showed that the thermal efficiency can reach 36.6% with the heat loss coefficient 110 W/m and operating temperature at 150 °C. **Key words:** Fresnel solar collector ,performance test ,no-load coefficient ,transient efficiency ,heat loss coefficient

运行中电站锅炉入炉煤元素组成的理论计算 = **Theoretical Calculation of Coal Ultimate Analysis for an Operating Thermal Power Plant** [刊 ,汉] HE Xiang ,MA Da-fu ,ZHOU Wen-tai ,SHI Hong-fei ,CHEN Duan-yu (Shanghai Power Equipment Research Institute ,Shanghai ,China ,Post Code: 200240) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 31(12). - 109 ~ 115

This paper put forward a method to calculate the ultimate analysis of coal and other crucial parameters in order to obtain the actual fuel consumption level of thermal power plants during the operation. The  $S_{ar}$  was estimated from the desulfidation unit ,and  $M_{ar}$  was obtained from coal pulverized system ,while the Boiler output was calculated through regenerative system and desuperheating system. Then the equation systems of general framework set were solved by Newton-Raphson iteration to obtain parameters of  $C_{ar}$  , $H_{ar}$  , $O_{ar}$  , $N_{ar}$  , $A_{ar}$  , $Q_{net,ar}$  ,and  $\eta$  (efficiency of boiler). Combining the operation data of power plant with this method ,the coal ultimate analysis and boiler efficiency can be obtained. This study is expected to provide a theoretical foundation for the further implementation of the online energy efficiency diagnosis and evaluation for power plant and for the enhancement in the management level of the operating equipments. **Key words:** Thermal plant ,mathematics model ,coal ultimate analysis