

聚光式太阳能发电系统

摘要 本文介绍聚光式太阳能发电系统的结构、特点及50kW、10kW系统的规格。

聚光式太阳能发电系统，是采用反射镜与透镜聚集阳光，通过置于透镜焦点的太阳能电池，增加太阳能电池元件每单位面积的输出功率的方法，可以大幅度地减少使用太阳能电池的数量。

聚光式与平板式太阳能发电系统的差异

目前，主要在开发平板式太阳能电池，原因是：①装置简单；②不但可以利用阳光中的直射光线，而且也可以利用散射光线；③通过降低太阳能电池的成本，可以降低太阳能发电系统成本。因此，目前主要开发各种平板式电池。平板式太阳能发电系统开发的主题是降低太阳能电池的成本，提高太阳能电池变换效率，有效地利用电力等。

聚光式太阳能发电系统有如下特点：①可以大幅度地减少昂贵的太阳能电池的使用量；②可望利用由聚光部产生的高强热量；③产生的输出功率大小不依赖于一天中的各个时刻。

此外，聚光式太阳能发电系统的输出特性，由于比平板式太阳能发电系统受天气变化的影响较大，完全能掌握太阳能发电的动特性，今后考虑实用化时，必须掌握这种动特性。

聚光式太阳能发电系统的结构

聚光式太阳能发电系统与平板式系统不同。通常，相当于太阳能电池模块的聚光太阳能电池，由聚光器（透镜或反射器）、太阳光跟踪装置、冷却器、跟踪控制系统组成。因此，开发聚光式系统时，除了可以大幅度地减少太阳能电池的用量外，综合地、更经济地处理太阳能电池以外的其他要素，是重要课题。

考虑经济性方面的措施包括：①选择聚

光倍率；②选择聚光式太阳能电池；③选择聚光方式（点焦点或线焦点等）；④选择跟踪结构（一轴跟踪或者二轴跟踪或赤道仪式等）；⑤控制系统（时刻、太阳直射）；⑥其他（高温对策、机构部的强度，耐久性）。由于各要素相互之间有关联，难于优化，尚待深入研究开发。

这里介绍两种聚光式发电系统，采用较低聚光比的硅太阳能电池，线性菲涅耳透镜的50kW系统；采用砷化镓及圆形菲涅耳透镜的高聚光比的10kW系统。前者1983年在日本关西电力综合技术研究所山崎实验中心进行验证实验；后者于1985年进行验证实验。

50kW硅型聚光式太阳能发电系统

50kW系统的结构由太阳光跟踪阵列42台，跟踪计测控制装置，直流-交流逆变器构成。

（1）太阳能电池阵列及跟踪机构

每一台太阳能电池阵列，将270个硅太阳能电池按9个并联×30个串联方式连接，可得到最大1、2kW的直流输出。

聚光式系统的透镜及太阳能电池阵经常垂直地跟踪太阳光，本装置向正南方向35°的仰角（与纬度符合）固定，开发对东西方向±75°（对角）跟踪的一轴跟踪方式，谋求系统的简单化。

为此，对线性菲涅耳透镜的光线入射角，在透镜轴面上，根据太阳高度而改变。

该变化对于透镜的焦距有影响，本系统通过线性菲涅耳透镜的非球面化（多焦点化），谋求提高光线的利用率。

（2）跟踪控制装置

用在日历时钟内安装的微处理机计算太

阳位置, 并采用安装在阵列内的太阳光传感器, 以 $\pm 0.7^\circ$ 以内的精度, 自动地跟踪太阳位置。

(3) 直流-交流逆变器

采用了他激式电流型晶闸管逆变器。该方式由于能按系统电压进行自然换流, 可望切断交流系统并直接停止逆变器。之后, 系统中产生逆充电现象。

此外, 由于日照量时时刻刻在变动, 在取出跟踪变动的直流输出的最大电力进行控制, 太阳能电池升温、跟踪控制异常、过电流、频率异常等异常情况时, 具有停止阵列的跟踪、切断逆变器等保护功能。

10kW 砷化镓型聚光式发电系统

10kW系统的结构, 采用8台太阳跟踪阵列, 其他结构与50kW系统类似。

(1) 太阳能电池阵列与跟踪结构

每个太阳能电池阵列, 将96块砷化镓太阳能电池, 按并联2个 \times 串联48个连接, 可得到最大1.3kW的直流输出。

跟踪, 采用仰角+方位的2轴跟踪方式, 可以根据仰角状态控制, 圆形菲涅耳透镜总保持正对太阳方向。

(2) 跟踪控制及其他

跟踪控制, 逆变器及保护功能以50kW系统为标准设计。

设计及验证实验结果

(1) 聚光装置

聚光装置采用了塑料透镜, 未采用反射镜。

透镜的材质为丙烯, 安装使用五年以来, 未发现透镜的老化现象。

高倍聚光用(100倍以上)的塑料透镜壁厚不太厚, 长时间使用, 塑料起化学反应, 结果透镜变形, 局部处倍率异常高时, 导致烧损太阳能电池。

(2) 跟踪机构

跟踪控制同时采用日历时钟及太阳光传感器两种方式。

当太阳被云层挡住时, 太阳光传感器不起作用, 这时只由日历时钟发挥作用。

表1和表2分别为50kW硅型聚光式和10kW砷化镓型聚光式太阳能发电系统的规格。

表1 50kW 硅型聚光式太阳能发电系统的规格

结 构	项 目	规 格
太 阳 能 电 池 阵 列 (42个)	方 式	采用25倍线性非涅耳透镜聚光
	太阳能电池	单晶硅型, 效率18%以上
	电 特 性	DC15V, 80A, 1200W
跟 踪 机 构	跟踪方式	仰角 35° 固定, 一轴跟踪
	跟踪范围	中南时 $\pm 5\text{h}$ ($\pm 75^\circ$)
	跟踪速度	$15^\circ/\text{h}$ (最大 $100^\circ/\text{h}$) 水平移动
	耐 风 速	跟踪时: $60\text{m}/\text{s}$, 水平时: $60\text{m}/\text{s}$
跟 踪、 计 测 控 制 装 置	自动跟踪	根据光时转运算及太阳传感
	手动跟踪	CRT/键盘, 使阵列取任意角度
跟 踪、 计 测 控 制 装 置	电源控制	在夜间, 不要电源“开”“关”
	异常处理	阵列及逆变器异常时停止跟踪
	跟踪精度	$\pm 0.7^\circ$ 以内
	计测项目	29项
	数据收集	
逆 变 器	方 式	他激式
	容 量	75kVA
	效 率	90% 以上
负 载		交流系统并联

表2 10kW 砷化镓型聚光式太阳能发电系统的规格

结 构	项 目	规 格
太 阳 能 电 池 阵 列 18个	方 式	218倍圆形菲涅耳透镜聚光
	太阳能电池	砷化镓电池效率20%以上
	电力特性	DC53V, 25A, 1300W
跟 踪 机 构	跟踪方式	时角, 仰角, 2轴跟踪
	跟踪范围	中南时 $\pm 5\text{h}$ ($\pm 75^\circ$)
	跟踪速度	$150^\circ/\text{h}$ 最大 $100^\circ/\text{h}$ 水平移动
	耐 风 速	跟踪时: $80\text{m}/\text{s}$, 水平时: $80\text{m}/\text{s}$
跟 踪、 计 测 控 制 机 构	自动跟踪	由光时转运算及太阳光传感器
	手动跟踪	CRT/键盘
跟 踪、 计 测 控 制 装 置	电源控制	夜间等, 不需要电源的开、关
	异常处理	阵列及逆变器异常时停止跟踪
	跟踪精度	仰角、时角都在 $\pm 0.2^\circ$ 以内
	计测项目	27项
	数据收集	采用简易盒式磁盘, 笔尖记录器连续收集
逆 变 器	方 式	他激式
	容 量	15kVA
	效 率	80% 以上
负 载		并联交流系统

(彭惠民译自日刊《节能》, 1989, Vol. 41, No. 5, 张政民校)