

科技部太阳能光热产业技术创新战略联盟简报

科技部太阳能光热产业技术创新战略联盟秘书处 编印
通信地址：北京市中关村北二条六号（100190） 网址：www.nafste.org
中国科学院电工研究所2号楼223室 电话/FAX：010-82547214

2011年第10期
（总第23期）
2011年10月15日

工作动态



光热联盟组织成员单位参加

SolarPACES2011 会议并赴意大利参观考察



IEA-SolarPACES（国际能源署-太阳能热发电和化学能组织）是一个汇集世界各地专家团队共同推动聚光太阳能系统发展和市场化的国际合作网络，是国际能源署旗下的机构之一。现有 18 个会员国，我国

于 2010 年被批准加入该组织。SolarPACES 会议始于 1980 年，该学术会议是目前世界上最权威的太阳能热发电和热化学会议。

SolarPACES 2011 会议由 IEA-SolarPACES 主办，西班牙国家能源

环境技术研究中心 (CIEMAT) 承办, 欧洲太阳能热电联合会 (ESTELA) 和西班牙太阳能热发电工业联合会 (Protermosolar, Español Asociación Española de la Industria Solar Termoeléctrica) 协办, 于 2011 年 9 月 20 日-23 日在西班牙格拉纳达 (Granada) 如期召开。此次会议共有来自 44 个国家和地区的 1046 名代表参加, 其中西班牙代表 247 人, 德国代表 239 人, 美国代表 109 人, 日本代表 59 人, 中国代表 32 人。科技部太阳能光热产业技术创新战略联盟 (以下简称联盟) 秘书处作为 SolarPACES2011 会议在中国的主要联络方, 组织北京工业大学、北京精诚彩龙钢结构技术开发有限公司、北京清华阳光能源开发有限责任公司、北京有色金属研究总院、湖北贵族真空科技股份有限公司、华北电力大学、皇明太阳能股份有限公司、兰州交通大学、南京工业大学、太阳雨太阳能有限公司、浙江大明玻璃有限公司、中国电力工程顾问集团公司、中国科学院电工研究所等 13 家联盟成员参加了此次活动, 中国科学院院士徐建中、中国电力工程顾问集团公司总工程师孙锐、光热联盟秘书长邵继新等领导和专家共计 32 人组成的联盟代表团参加了此次会议。

SolarPACES2011 会议前四天的主要内容是学术交流, 各国参会代表以口头报

告、张贴墙报等方式围绕中央吸热器系统、槽式集热器、设备控制和模型、储热、资源评估、光学测量及分析、新概念、政策和市场、太阳燃料、线性菲涅耳集热器、碟式斯特林系统、海水淡化、商业化电站等主题进行了广泛地交流与探讨。会议最后一天, 会议方组织参观了槽式电站 Andsol-3、欧洲太阳能热发电研究中心 PSA 和 19.9MW 的塔式电站 Gemasolar。

会议期间同时举办了展览会, 世界太阳能热发电领域的知名公司展示了各自的新技术和新产品。此次会议是目前世界范围内规模最大、水平最高的太阳能热发电和热化学学术交流活动, 展出的新技术、新产品多数处于国际领先水平。SolarPACES 2012 会议将在摩洛哥西部城市马拉喀什(Marrakech)举行。



展会现场部分照片



SolarPACES 2011 会议结束后联盟代表团在中国驻意大利驻华大使的协助下赴意大利电力公司（ENEL）、意大利国家可

再生能源研究院（ENEA, Italian National Research Agency for Renewable Energy）和阿基米德太阳能公司（Archimede Solar Energy SpA）就太阳能热发电技术及其运行电站进行了学术交流与参观学习。

通过参加 SolarPACES2011 会议及赴意大利参观考察,使得联盟参会成员单位对国际太阳能热发电相关的技术优势和最新产品有了更深入的了解,也为联盟成员单位今后的技术研发和市场开拓提供了很好的借鉴经验。

成员单位考察报告摘要

（光热联盟秘书处近期将编发专辑，全文刊登成员单位的考察报告）

北京工业大学

熊亚选

SolarPACES 即聚光太阳能发电与化学能系统,是主要讨论太阳能发电与蓄能方法的新技术、发展前景、投资政策与市场、太阳能资源评估等方面的国际会议。其中以槽式太阳能热发电技术的讨论最多,以熔融盐在槽式系统中的应用及出现的槽式太阳能聚光集热器的创新形式,如 Sener Trough、



Ultimate Trough 等。这些新技术的应用将会提高系统的发电效率（通过得到更高温度的传热工质），降低系统的初期投资成本（通过降低镜场的制造成本）。另外，还出现一些新的传热工质，如 53℃凝固点、工作温度超过 500℃的低熔点熔融盐，这为熔盐在槽式太阳能系统中的应用进一步降低了难度。在塔式太阳能技术的讨论中，主要讨论不同形式的定日镜、定日镜性能试验及塔式电站的设计及运营经验等，内容十分丰富。在热能存储部分，主要讨论了用于大容量热能存储的新材料，如低熔点盐的配置方法，金属材料腐蚀特性，蓄热系统设计及运行经验。

Archimede solar energy 太阳能公司的自动化程度、做工细致程度甚是令人吃惊。该厂是第二个生产熔盐集热器的分厂，同时也生产导热油用集热管和直接蒸汽型集热管，主要区别在于所用钢管的材料和壁厚。集热器制造从钢管清洗、镀膜、玻璃管清洗、减反射膜镀膜到玻璃金属封的焊接与防漏检测、整个集热器的组装、抽真空、防漏检测等工艺全部采用全自动控制。另外，为了减少集热器在运输中的破碎问题，在包装上也进行了细心设计。

北京清华阳光能源开发有限责任公司

陈华林

破阵子. 苍穹之上

——在回程飞机上

三万余里纵横，十日辗转西行。
学得西洋铸剑术，宝剑终须试其锋。
日夜盼征程！

不识山川草木，但见冰雪封城。
第一帝国东征处，蒙古铁骑曾连营。
尽收于苍穹！

SolarPACES2011 会议是一个专业的但涉及广泛的会议，从中学习到很多知识。一些国外的研究方向、方法、成果都在 SolarPACES2011 会议展示出来，大家互相讨

论，学习，真的是一个很好的学术交流，产业交流的平台。

我们在整个考察过程中，实地近距离参观了 Andasol -3、PSA、意大利 ENEA 实验室，与 ENEL、ENEA 等研究人员进行了交流，提出了很多问题，大家一起讨论、学习，这些都是非常珍贵的实地观察、揣摩的机会，很难得的经历。而我们也充分发挥了中国人的好学精神，除了在意大利的某些地方外，基本上全程录像、照相。

这次西班牙考察活动是一次成功的、团结的、美好的、丰富的学习之旅，是光热联盟各成员之间一个很好的交流机会。期待下一次 SolarPACES 会议上，能够看到更多的文章出现，更深更专业的研究发表，更多企业参与到展示台上，更多的应用成果能够展示出来。

我们光热联盟各成员单位一定会充分发挥好学精神，充分发挥好团结精神，做好自己的工作，共同为中国的太阳能热发电事业做出自己的贡献，迎接中国太阳能热发电灿烂的明天！

北京有色金属研究总院

郝雷

首次触及到 SCHOTT、SIEMENS 和 Archimede 公司的槽式真空集热管，并参观了 Archimede 太阳



能公司的真空管生产线。

SCHOTT 的集热管采用的内封结构，SIEMENS 和 Archimede 公司采用的外封结构，从外观来看与国内几家的产品区别不大。对比三家的产品可知 SCHOTT 公司的研究做的非常细致，并首次展示了其最新的一项技术，也就是在真空空间放置一 Xe 气罐，待真空空间的 H₂ 达到一定的数量的时候释放出导热率低的 Xe 气来与 H₂ 混合，进而防止热损的显著增加，延长集热管的使用寿命。同时三家近期的产品都非常重视真空维持与寿命的延长，除了都使用作为真空显示的蒸散型吸气剂外，均采用了过量的长效吸气剂（ $\phi 10$ ，80 片，如图所示）的使用量。



皇明太阳能股份有限公司 赵玉磊 王杰

来自各国的 1000 多名代表参加了会议，会期共 5 天，其中 20-23 日共 4 天进行学术交流，24 日 1 天参观西班牙塔式和槽式电站。学术交流会安排半天大会报告（20 日上午），然后是专题交流，同时分 2 个或 3 个分会场，内容包集热设备、储能、光学、控制等技术报告和以政策和市场、商业化电站等市场报告，这些报告内容丰富，数据详实，代表了国际光热发电领域的最新发展，各代表根据

自身的关注点与各相关专家交流与学习，会议期间，同时举办了太阳能热发电设备及技术展览会，几乎囊括了世界上所有的知名光热发电运营集成商及设备、配件制造商，代表们收集了大量的技术产品资料，开阔了参会代表的眼界。

通过参观西班牙的槽式、塔式商业化电站及欧洲太阳能热发电研究中心 PSA，切实的了解了国际上光热商业化电站的布局、安装、运行模式，并对自身关注的一些技术细节进行了近在咫尺的观摩与学习。

9 月 25 日乘飞机由格拉纳达转道马德里到罗马，26-28 日代表团赴意大利罗马、佩鲁贾等地进行了访问与技术交流。与意大利顶级的光热研发专家进行了学习与交流，并参观了 Casaccia 研究中心的光热示范系统，通过交流了解了意大利光热研发历程与技术优势。



Gemasolar 太阳能热发电站

湖北贵族真空科技股份有限公司 张琰

从参加 SolarPACES2011 会议的国家

人数就可以看出，目前，太阳能光热发电技术越来越引起各国的关注和兴趣。西班牙自实施可再生能源 FiT 政策以来，太阳能光热发电累积装机约 582 兆瓦，在建项目超过 600 兆瓦；美国规划的太阳能光热发电项目也已超过 1 万兆瓦。



ANDASOL-3 槽式太阳能热发电站蓄热罐

当前，我国已将太阳能光热发电作为重点发展的战略性新兴产业之一，在国家电力“十二五”规划中，明确指出“十二五”期间，将在甘肃、宁夏、新疆、内蒙古选择条件适合地点建设太阳能光热发电示范电站。

由于国内还没有一座规模化、商业化运作的太阳能光热发电站可供参考、借鉴，因此，此次实地参观、考察，使我们在理论认识的基础上，更有了直观的感性认识，对坚定我们的产品研发思路、方向、信心，坚定我们为太阳能光热产业发展和进步做出一份贡献的信念，具有很大的现实意义。

兰州交通大学 王成龙

参加此次会议后的整体收获：

对 CSP 行业的发展现状有了比较清晰的认识，同时从各国政府对 CSP 的政策也能看出各国未来对 CSP 的态度。

通过大会口头报告以及 poster 内容的了解，大概掌握了 CSP 系统中个组成部分的发展趋势及潮流。

通过现场参观 Andasol-3 电站和 PSA，验证了自己示范系统中一些机械设计和解决方案的合理性。同时也发现一些问题我们考虑的过于复杂。

通过参观 ARCHIMEDE SOLAR ENERGY 真空集热管厂后发现了很多值得学习的地方，除生产线的自动化程度外，在金属与玻璃进行封接后的真空检漏和排气过程中的加热方式对于我们有很好的借鉴意义。

太阳雨太阳能有限公司 李开春

在 SolarPACES2011 学术会议上出现了一批富有创新精神和价值的论文。

槽式热发电：1.介绍了几种新的集热器支架设计，可以有效降低重量、增大采光面积；2.介绍新的传热介质和蓄热材料，包括以 CO₂ 为传热介质和熔点为 53℃由 Li、Na、K、Ca 组成的无机盐混合物作为蓄热材料；3.热发电真空管介绍了肖特的真空管，在真空夹层中保持一定压力的氢气和氩气或者氢气和氩气的混合物，既保证不增加导热和对流，

又能有效阻止导热油中氢原子渗透到真空夹层；4. 试验方面介绍了一个不需要破坏真空管就能测量玻璃透射和膜层吸收的试验台。

线性菲涅尔系统方面内容较少，主要介绍了一些吸收器的设计以及在工业方面的应用。

蓄热方面主要介绍了在熔盐技术、固体介质蓄热技术、相变蓄热技术以及热化学蓄热技术等内容，其中熔盐技术中介绍了在熔盐中加入纳米微粒增大熔盐热容的方法；固体介质蓄热技术中介绍了以沙子作为蓄热材料的一种空气-沙子的热交换器；相变蓄热技术方面介绍了关于逐级相变材料、金属相变材料以及硝酸盐相变材料；在热化学蓄热方面主要介绍了将热化学蓄热和超临界 CO₂ 循环相耦合的技术、以金属氧化物为基础的热化学循环、以硫磺为基础的热化学蓄热等方面的内容。另外介绍了一些余热利用、纳米微粒等方面的研究。蓄热对于 CSP 是基本的要求，重点还是熔盐技术以及降低成本。

浙江大明玻璃有限公司 王朝阳

此次 SolarPACES 会议，不但聚集了目前世界上几乎所有从事 CSP 技术研究的顶尖科学技术人员，知名大学和相关科研机构，同时也吸引了全球从事 CSP 组件生产企业，技术开发应用企业，EPC 公司，电站运营商等所有产业链的著名企业。如从事集热管生产的 SCHOTT 公司，SIEMENS 公司，以及生

产太阳能定日镜的 FLABEG，RIOGLASS，还有从事电站建造及运营的 COBRA，SENER 等公司。纵观整个会议，几乎目前所有适合从事 CSP 应用的国家都有相关的演讲和介绍，或者本国的代表性企业出席参与。而作为拥有大量适合 CSP 技术发展和应用资源的我国，却没有一个代表在会议中发言，也没有一个中国的企业能够在此次会议中展示 CSP 相关的产品或者技术。这不能不说是一种遗憾。



GemaSolar 太阳能热发电站定日镜场

中国电力工程顾问集团公司 陈玉虹

SolarPACES 学术年会给我们带来惊喜和收获。2006 年以来，太阳能热发电在美国和西班牙及世界各地得到迅猛发展，全球运行的太阳能热发电站装机容量已达近 1GW，建设中的项目超过 15GW。

在技术类型上，塔式太阳能热发电系统（CRS）可以直接产生饱和或过热蒸汽，传

热介质还可以采用熔融盐、空气及其它传热流体，能够实现高温因此比线性系统具有更高的效率，建议选择小尺寸定日镜将有助于成本降低，在运行电站中占有一定的比例，具有建设高参数、大容量、规模化电站的优势。

槽式太阳能热发电系统在运行电站中占有绝大部分的比例，通常采用高温导热油作为传热介质，由于受导热油工作温度的限制，使得目前的槽式系统蒸汽温度均为 4000℃ 以下，因此工作介质温度难以提高，系统综合效率较低。如果槽式系统直接产生蒸汽 DSG，或采用熔融盐作为传热介质，以上问题将迎刃而解。目前西班牙 PSA 和意大利 ENEA 正在进行研究和实验，意大利西西里岛电站已经进行了槽式熔盐系统替代原热力循环部分热量的系统改造，改造后的电站即将投运，经过改进和验证的槽式系统将使工作介质温度得到提高，系统综合效率随之提高，所以槽式系统同样具有建设高参数、大容量、规模化电站的潜力。

中国科学院电工研究所 白凤武

点聚焦系统的发展趋势

碟式聚光系统的技术现状：碟式聚光系统采用二维跟踪系统、抛物曲面镜，将太阳辐射能会聚至焦点处，腔体式吸热器与高发电效率的斯特林机共同放置在焦点处，单机发电功率目前为 3-25kW，该种发电系统的吸

热器工作在较高温度，具有较高的发电效率和较低的土地占用，没有冷却水的需求，可以并网也可以离网运行，不足之处在于吸热器工作中需承受较大的温度梯度和热应力，投资较高。本次会议仅有 8 篇论文设计碟式系统，而且文章内容较为分散，熔融盐和蒸汽被认为是较好的传热流体，但缺少商业化运行项目的介绍。

线聚焦系统的发展趋势

线聚焦系统包括抛物面槽式和线性菲涅耳式两种主要应用形式，此次会议在抛物面槽式发电系统的论文有 48 篇，这些新的研究成果涉及新的传热流体，新的集热器设计、新的或者性能提高的部件和新的测试装置或系统等方面。



意大利 ENEA 的槽式示范系统

蓄热技术的发展趋势

随着 PV 市场的不断扩大和成本的持续降低，太阳能热发电系统的蓄热技术亟待发展，目前蓄热技术的选择仍然取决于太阳能集热场的传热流体和运行参数，有熔融盐蓄热、固体材料蓄热、相变蓄热和热化学蓄热，

蓄热方式方面有直接蓄热和间接蓄热，目前最大的挑战是找到一种经济性可行，可商业规模应用的蓄热技术。

太阳能热化学的发展趋势

太阳能燃料技术的发展还处于初级阶段，远没有太阳能热发电技术发展的迅速，但可以利用相同的聚光装置，研发的反应器功率范围为 1-10kWth，示范系统的功率范围为 100-1000kWth。

太阳能资源评价的发展趋势

此次会议共有 35 篇论文与太阳能资源

评价方面相关，集中在太阳能资源的量化和已有资源数据的精度改进方面，具体表现在特定地点的资源评价，资源数据精度的模型建立，特定国家和地区的资源图绘制，测量精度研究等。目前太阳能资源数据的误差较大，很多地区的年均误差超过 15%，非洲地区的数据误差甚至超过 40%，太阳能资源的不准确性已经严重影响了太阳能热发电站的输出计算。开展太阳能资源数据的精度提高对太阳能热发电产业发展意义重大。