

2010

2010 Sanya International CSP Forum

2010

太阳能热发电技术三亚国际论坛

论文集

<http://www.systp.com.cn>

# 2010 年太阳能热发电技术三亚国际论坛

**主办单位：**中国可再生能源学会

中国工程热物理学会

韩国太阳能学会

**承办单位：**中国科学院电工研究所

科技部太阳能光热产业技术创新战略联盟

**协办单位：**海南省可再生能源协会

皇明太阳能股份有限公司

**支持单位：**海南省发展和改革委员会

海南省工业和信息化厅

海南省科学技术厅

海南省住房和城乡建设厅

三亚市人民政府

**赞助商：**施耐德电气（中国）投资有限公司

浙江恒丰泰减速机制造有限公司

北京清华阳光能源开发有限责任公司

上海旭孚太阳能工程有限公司

**媒体合作伙伴：**彭博社新能源财经

**会议主席：**徐建中院士 中国工程热物理学会理事长

**会议秘书长：**王志峰主任 中国科学院太阳能热利用及光伏系统重点实验室

**会议网站：**<http://www.systp.com.cn/>

## 2010 年太阳能热发电技术三亚国际论坛议程

会议第一天 2010 年 8 月 17 日（周二）上午 9:30-12:00			
<b>论坛开幕式</b> 主持人：马淑坤研究员，党委书记，副所长 中国科学院电工研究所			
时 间	内 容	发 言 人	
9:30-9:45	介绍来宾 开幕致辞	马淑坤	
9:45-9:50	来宾致辞	海南省政府致辞	
9:50-9:55		科技部致辞：郑方能科技部高新司能源交通处处长	
9:55-10:00		主办单位致辞：石定寰 国务院参事, 中国可再生能源学会理事长	
10:00-10:05		主办单位致辞：徐建中院士 中国工程热物理学会理事长	
10:05-10:10		主办单位致辞：Kang Youngheack 博士，韩国太阳能学会主席，国际能源署太阳能热发电及热化学组织执委	
主持人：王志峰研究员，科技部太阳能光热产业技术创新战略联盟理事长， 国际能源署太阳能热发电及热化学组织执委			
10:10-12:00	院士专家 主题报告	徐建中院士（中国工程热物理学会理事长）  Y. H. KANG 博士(韩国太阳能学会主席，国际能源署太阳能热发电及热化学组织执委)  黄湘研究员（国家 973 太阳能热发电项目首席科学家，中国电气协会副理事长）	
12:00-13:30 午餐 三亚阳光大酒店临海咖啡厅			
会议第一天：2010 年 8 月 17 日（周二）下午 13:30-17:00			
主持人：王志峰，国家 973 太阳能热发电项目专家组组长 主 题：太阳能热发电面临的重大科学问题（国家 973 项目报告会）			
时 间	发 言 人	单 位	题 目
13:30-14:00	黄 湘	中国科学院电工研究所	973 项目总体介绍及项目进展概况

14:00-14:20	卢振武	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	太阳辐射能高效聚集与镜场时空协同理论
14:20-14:40	李增耀	西安交通大学	吸热过程光-热耦合特性及复杂非稳态传热机理
14:40-15:00	朱天宇	河海大学	
15:00-15:20	陆剑峰	中山大学	高温传热蓄热过程多尺度结构中流动与传递规律
15:20-15:40	吴玉庭	北京工业大学	
15:40-16:00	徐二树	中国科学院电工研究所	大规模太阳能热发电系统集成及调控策略
16:00-16:20	洪 慧	中国科学院工程热物理研究所	
16:20-16:40	吴建锋	武汉理工大学	高温传热蓄热材料设计与性能调控原理
16:40-17:00	江 晖	中国科学院电工研究所	规模化太阳能热发电系统的环境适应性

19:00-21:00 欢迎宴会 三亚阳光大酒店阳光大厅

会议第二天 2010 年 8 月 18 日 (周三) 上午 9:00-12:00

分会场 1: 阳光会议室 1 厅

主持人: 黄湘, 国家 973 太阳能热发电项目首席科学家

主 题: 槽式聚光及吸热技术

时 间	发言人	单 位	题 目
9:00-9:20	陈小安	重庆大学	槽式太阳能聚光器结构优化及新型定日镜两轴跟踪精密传动箱
9:20-9:40	朱 伟	上海旭孚太阳能	对于太阳能追踪系统的一些分析和理解
9:40-10:00	雷东强	中国科学院电工研究所 皇明太阳能股份有限公司	槽式太阳能聚光系统及关键部件研发
10:00-10:20	王 健	清华大学	槽式太阳能真空集热管制作与特性研究
10:20-10:40	杨谋存	南京工业大学	抛物槽式聚光器结构与光学分析
10:40-11:00	巨 星	中国科学院电工研究所	槽式抛物面镜风载负荷分析
11:00-11:20	孙守建	北京桑达太阳能技术有限公司	直通式真空集热管的研制与应用
11:20-11:40	刘希杰	山东力诺光热集团有限公	高温真空太阳集热管的研发

		司	及产业化进展情况
11:40-12:00	谭明明	南京工业大学	玻璃和金属真空钎焊接头残余应力的影响参数分析
12:00-13:30 午餐 三亚阳光大酒店临海咖啡厅			
分会场 2: 阳光会议室 2 厅			
主持人: Taebeom Seo 博士, 国际能源署太阳能热发电及热化学组织执委, 韩国 INHA University 教授			
主 题: 太阳能热发电材料技术			
时 间	发言人	单 位	题 目
9:00-9:20	Nathaniel Bullard	Bloomberg New Energy Finance	Solar Thermal Electricity Generation Market overview
9:20-9:40	江 波	四川大学	耐环境损伤高透过率溶胶凝胶减反膜
9:40-10:00	Taebeom Seo	INHA University	Solar Chemistry Researches in INHA University
10:00-10:20	樊国栋	河南东大高温节能材料有限公司	陶瓷基显热-潜热复合储热材料及系统
10:20-10:40	王 辉	武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室	Ni-Mo 光谱选择吸收涂层的制备与光学性能的研究
10:40-11:00	万 倩	武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室	NiO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 太阳能选择性吸收薄膜的制备与性能研究
11:00-11:20	Mark Kim	Rioglass Solar S.A.	Your Reliable Partners with perfect credentials For CSP Business
11:20-11:40	李光磊	武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室	热喷涂与溶胶凝胶复合制备中高温太阳能选择性吸收涂层
11:40-12:00	王 珂	武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室	溶胶凝胶法制备 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SnO <sub>2</sub> 选择性吸收薄膜
12:00-13:30 午餐 三亚阳光大酒店临海咖啡厅			
会议第二天: 2010 年 8 月 18 日 (周三) 下午 13:30-16:30			
分会场 1: 阳光会议室 1 厅			
主持人: 卢振武研究员 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所			
主 题: 塔式聚光及吸热技术			

时 间	发言人	单 位	题 目
13:30-13:50	Park Young Chil	国立首尔技术大学	Modeling of Heliostat Sun Tracking Error Using Multilayered Neural Network Trained by the Extended Kalman Filter
13:50-14:10	郭明焕	中国科学院电工研究所	带镜面偏心定日镜的准确方位俯仰跟踪公式
14:10-14:30	张 超	施耐德电气(中国)投资有限公司	施耐德电气在太阳能热发电的整体控制解决方案
14:30-14:50	魏秀东	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	定日镜尺寸对镜场光学效率的影响
14:50-15:10	叶胜康	浙江恒丰泰减速机制造有限公司	精密减速机在定日镜中应用
15:10-15:30	赵玉磊	皇明太阳能股份有限公司	新型定日镜
15:30-15:50	张剑寒	中国科学院电工研究所	一种新型小定日镜风载与扭矩分析
15:50-16:10	何 斌	东莞和信玻璃有限公司	太阳能热发电反射镜系统
16:10-16:30	臧春城	中国科学院电工研究所	定日镜风荷载实验研究
18:30-21:00 三亚阳光大酒店 泳池畔烧烤晚宴			
分会场 2: 阳光会议室 2 厅 主 题: 太阳能热发电产业发展与商业化及战略研究 (科技部太阳能光热产业技术创新战略联盟专场)			
时 间	内 容		
13:30-15:30	主持人: 马重芳教授(太阳能光热联盟专家委员会副主任, 北京工业大学) 主 题: 介绍本单位情况		
15:30-17:30	主持人: 李和平副理事长(华电新能源技术公司常务副总经理) 主 题: 如何构建太阳能光热联盟产业技术创新链。		
18:30-21:00 三亚阳光大酒店 泳池畔烧烤晚宴			
会议第三天: 2010年8月19日(周四)上午9:00-12:00			
分会场 1: 阳光会议室 1 厅 主持人: Park Young Chil 博士, 国立首尔技术大学教授			

主 题： 太阳能热发电技术与系统设计			
时 间	发言人	单 位	题 目
9:00-9:20	凌 祥	南京工业大学	太阳能热发电的关键技术
9:20-9:40	罗二仓	中国科学院理化所	碟式太阳能热声发电技术研究进展及发展趋势
9:40-10:00	张喜良	中国科学院电工研究所 皇明太阳能股份有限公司	太阳能碟式聚光系统及其应用
10:00-10:20	王智建	皇明太阳能股份有限公司	钢管镀膜技术研究
10:20-10:40	刘 鹏	阿海珐可再生能源—中国	AREVA 紧凑式线型菲涅耳反射镜技术和应用
10:40-11:00	张 融	益科博能源科技(上海)有限公司	益科博聚焦光热技术介绍
11:00-11:20	陆 钧	新霓空太阳能(中国)有限公司	CENICOM®太阳能热发电系统及储能
11:20-11:40	熊勇刚	皇明太阳能股份有限公司	菲涅尔式太阳能中高温集热系统
11:40-12:00	张雪莹	华博 Flabeg 公司	槽式反射镜研发
12:00-13:30 午餐 三亚阳光大酒店临海咖啡厅			
分会场 2: 阳光会议室 2 厅			
主持人: 朱跃钊教授 南京工业大学副校长			
主 题: 太阳能热发电系统及储热技术			
时 间	发言人	单 位	题 目
9:00-9:20	白凤武	中国科学院电工研究所	太阳能空气发电技术与空气吸热器研究
9:20-9:40	纪云锋	杭州和利时自动化有限公司	太阳能热发电汽轮机控制特点、难点及控制策略探讨
9:40-10:00	常 春	中国科学院电工研究所	熔融盐吸热器热性能分析
10:00-10:20	李金平	兰州理工大学	Recent Study on Solar Power Generation of RCSG in LUT
10:20-10:40	侯宏娟	华北电力大学	太阳能辅助燃煤发电机组互补发电系统分析
10:40-11:00	周学斌	天威(成都)太阳能热发电开发有限公司	太阳能光煤互补发电
11:00-11:20	彭 浩	南京工业大学	太阳能热发电的储热技术
11:20-11:40	李应鹏	北京立可尔新能源科技公司	线塔式聚光技术与多级高能

			密度储热池技术在超大型太阳能热发电系统的应用
11:40-12:00	Zoe Chan	Dow Chemical	Dow : “Proven Partnership for Heat Transfer Fluid Supply”
12:00-13:30 午餐 三亚阳光大酒店临海咖啡厅			
会议第三天：2010年8月19日（周四）下午 13:30-15:30			
分会场 1：阳光会议室 1 厅			
主持人：吴建锋教授，武汉理工大学校长助理			
主 题：太阳能热发电产业化发展与商业化及太阳能低温热利用			
时 间	发言人	单 位	题 目
13:30-13:50	杜凤丽	中国科学院电工研究所	太阳能热发电市场现状及融资模式
13:50-14:10	李和平	华电工程（集团）有限公司	建立太阳能热发电产业合理有序开发机制
14:10-14:30	Javier Martínez González	Abengoa 太阳能集团	世界太阳能热发电商业运行和技术研究的最新进展
14:30-14:50	宋建忠	东南大学	低温太阳能热发电研究现状及发展趋势
14:50-15:10	陈 滨	大连理工大学	用于建筑采暖的低温储热/供热模式
15:10-15:30	王 毅	兰州理工大学	太阳能跨季节化学反应储热供热单元技术



# “2010 太阳能热发电技术三亚国际论坛”

## 简 报

为将我国太阳能热发电技术推向商业化，2010 年 8 月 17 日至 2010 年 8 月 19 日，在海南省三亚市举办了第四届“太阳能热发电技术三亚国际论坛”。来自中国大陆，韩国，西班牙，美国等国家和地区的政府部门，投资公司和科研院所，企事业单位的 300 多位代表出席了本次论坛。论坛以国际太阳能热发电技术的商业化现状、商业化面临的重大科学问题、商业化机会、材料技术、储能技术、聚光技术、系统设计、电站选址和国家政策机制为主题，在科学，技术，政策，资源和经济方面进行了广泛的交流。本次大会同时举行了太阳能热发电项目 973 专题报告会和太阳能光热产业战略联盟会议，使得参会代表可以清楚地看到我国在太阳能热发电基础研究、高技术与产业化结合方面的发展现状。

本次论坛由中国可再生能源学会、中国工程热物理学会、韩国太阳能学会主办，中国科学院电工研究所、科技部太阳能光热产业技术创新战略联盟承办，海南省可再生能源协会、皇明太阳能股份有限公司协办。由中国科学院电工研究所党委书记马淑坤主持开幕式，海南省政府代表、三亚市副市长朱允山，国家科技部高新技术发展及产业化司能源与交通处处长郑方能，国务院参事、可再生能源协会理事长石定寰，本次大会主席徐建中院士，国际能源署 IEA 执委、韩国太阳能学会主席姜龙赫博士分别在开幕式上致辞。

参加本次论坛的代表有 300 多位，单位 180 多家。

出席论坛的领导专家主要有：国务院参事中国可再生能源学会理事长石定寰，中国科学院院士中国科学技术协会副主席赵忠贤，中国科学院院士中国工程热物理学会理事长徐建中，IEA 太阳能热发电组织执委韩国太阳能学会主席姜龙赫，国家科技部高新技术发展及产业化司能源与交通处处长郑方能，国家科技部高新司能源与交通处项目主管孙鸿航，国家科技部计划司攻关处副处长高峰，国家 973 计划能源领域专家咨询组研究员陈霖新，海南省发展和改革委员会副处长彭斌庆，海南省科学技术厅高新处处长吕拔明，海南省住房和城乡建设厅科技处处长

郭廷水，三亚市政府副市长朱允山，三亚市科技工业信息化局局长曹兵，海南省可再生能源协会秘书长范益民。

出席论坛的研究院所与大学主要有：中国科学院工程热物理所、广州能源研究所、电工研究所、长春光学精密机械与物理研究所、合肥物质研究院等离子体所、理化所，北京有色金属研究总院、成都新能源产业技术研究院、甘肃机械设计研究院、中国兵器工业第五八研究所、中国计量科学研究院，北京市太阳能研究所，清华大学、北京航空航天大学、大连理工大学、北京工业大学、东南大学、东莞理工学院、广东工业大学、河海大学、华北电力大学、兰州理工大学、南京工业大学、上海交通大学、四川大学、天津大学、武汉理工大学、西安交通大学、中国科学技术大学、中山大学、重庆大学等

出席论坛的企业主要有中国华电集团公司、酒泉钢铁(集团)有限责任公司、中国广东核电集团有限公司、北京国电智深控制技术有限公司、国电龙源电力技术工程有限责任公司、中国电力工程顾问集团公司、上海涌铨投资管理有限公司、皇明太阳能股份有限公司、山东金晶集团有限公司、深圳市中科力函热声技术工程研究中心有限公司、台玻长江玻璃有限公司、西安航空动力股份有限公司、旭孚太阳能、北京中航空港通用设备有限公司、浙江恒丰泰减速机制造有限公司、中国长江动力公司(集团)、中国大唐集团新能源股份有限公司、中国航空技术国际控股有限公司、北京华创维想科技开发有限责任公司、北京天普太阳能工业有限公司、北京市中磁旭真空工程有限责任公司、长城证券有限责任公司、大成基金管理有限公司、大连重工起重集团有限公司、东方锅炉(集团)股份有限公司、富国基金管理有限公司、上海电气(集团)总公司、上海电气电站设备有限公司、国电龙源电力技术工程有限责任公司、国泰基金、国电宁夏石嘴山发电有限责任公司、广发基金管理有限公司、广发证券股份有限公司、海南三亚南山电厂、海德瀚公司、航天神舟投资管理有限公司、杭州和利时自动化有限公司、江苏太湖锅炉股份有限公司、江阴市京澄玻璃有限公司、景顺长城基金、融通基金管理有限公司、三花控股集团有限公司、山东力诺新材料有限公司、深圳市唯真太阳能产品有限公司、天壕节能科技有限公司、天威(成都)太阳能热发电开发有限公司、易方达基金管理有限公司、益科博能源科技(上海)有限公司、保定神箭新能源科技有限公司、北京华创维想科技开发有限责任公司、北京立可尔新

能源科技开发有限公司、北京实力源科技开发有限责任公司、北京信诚立业投资顾问有限公司等

国外主要单位有阿本戈太阳能技术（北京）有限公司（Abengoa Solar）、韩国能源研究所，韩国仁荷大学、韩国首尔国立科技大学、艾默生过程控制有限公司、德国冯·阿登纳真空技术有限公司（VON ARDENNE Anlagentechnik GmbH）、国际铜专业协会（中国）、美国格拉斯泰克有限公司（Glasstech）、三星贸易（上海）有限公司、施耐德电气（中国）投资有限公司上海分公司、美国陶氏化学（中国）有限公司、西门子（中国）有限公司、阿海珐可再生能源（中国）、华博 Flabeg 公司等。

此外，参加本次论坛的媒体有彭博社新能源财经、海南电视台、新华社海南分社、海南日报、国际旅游商报、南国都市报、太阳能杂志社、南海网等。

本届论坛为期三天，在此期间就以下几个主题进行了报告性发言，发言主要内容概括如下：

#### **8月17日上午会议开幕式：**

##### **海南省政府代表，三亚市政府朱允山副市长致辞**

全球气候变暖，为应对气候变化，使整个社会可持续发展，到2020年，非化石能源占一次能源的比重要占15%。海南省正在加快经济结构调整，转变发展方式，海南发展清洁能源，是一个必然的选择。海南有丰富的太阳能资源，太阳能热发电作为一种清洁可再生能源，加快太阳能热发电走向商业化，是发展环境友好的社会，也是加大环境保护，应对全球气候变化的重要措施。本届论坛为海南借鉴国内外先进热发电技术提供了一个平台。我们真诚希望各位专家积极参与清洁能源建设，为海南的太阳能热利用提出您的真知灼见。欢迎企业到海南来建立研发机构，促进海南经济发展。在三亚周边设立了创意产业园，正在建设创业孵化楼。欢迎专家来我们这里参观了解，欢迎来我们这里创业。三亚是个美丽的节能的城市，三亚在建设高端的国际旅游城市，我们衷心希望各位多到三亚走走看看，享受三亚的阳光沙滩空气，为三亚发展多提建议，多提要求。

##### **国家科技部高新技术发展及产业化司能源与交通处郑方能处长致辞**

为应对气候变化实现经济社会可持续发展，我国政府已将经济发展方式的转

型，能源结构的调整放到了国家战略层面。到 2020 年，非化石能源占能源消耗的百分比要到 15%。并将此目标纳入国民经济中长期规划。要实现此目标必须大力发展可再生能源，能源科技的发展和进步，比任何时候都显得迫切和重要。今天会议的主题是太阳能热发电，我国太阳能热利用行业已具有很好的基础，热发电技术也取得了长足的进步。科技部一直高度关注太阳能热发电技术的发展，十一五以来又加大了在太阳能热发电方向的科研力度。在一系列努力下，目前我国已掌握了太阳能核心技术，太阳能聚光，高温储热，系统集成等方面也有望取得突破。此外，科技部还组织了相关领域的太阳能光热产业技术战略联盟，构建产学研结合的技术创新体系。十二五期间，科技部将进一步加大在太阳能热利用方面的研发投入，全面推动我国太阳能低温，中温，高温热利用技术发展。

#### **国务院参事，可再生能源协会理事长石定寰致辞**

在当前应对全球气候变化挑战的行动中，我国全面落实科学发展观，调整经济结构。发展可再生能源，已经成为国家能源发展战略的重要组成，国家领导人多次反复强调要大力加强加快可再生能源发展。作为战略性新兴产业，中央国务院推动下，可再生能源发展蓬勃。大量产品在全球各国使用，为全球减排做出贡献。目前太阳能热发电已经成为国际上全球关注的可再生能源重要发展方向。发达国家在一些关键技术，系统集成，应用示范上走在前面，他们的经验也表明这个领域具有很大潜力。太阳能热发电技术在国内呈现大家积极参与的局面。特别是国内自主研发的局面取得了重要进展，为应用示范和产业化打下很好的基础。技术分支上可以有自己的特点，有很大的创新空间，希望创造出高效低成本适合大众应用的产品。希望有更多大学，科研机构，大型骨干企业参与，有更多地方参与推动。目前热发电科技处于起步，产业化技术尚未很好掌握，需要有更大的科技创新力度，检验完善相关技术。首先示范系统电站尽快建成，延庆塔式推动，利用。其次，建议这样一个方向能够纳入十二五规划，国家能够给予更大力度的支持。通过产学研合作加强技术发展，掌握主动权。第三，热发电也需要在市场应用和培育方面做好示范工程，引起国家更多关注。热发电应更好把握产业化和市场的方向。第四，除中央政府支持外，地方政府的支持也非常重要。应在资源评估基础上，与太阳能丰富地区加强合作。最后，国际合作也是非常重要的，我们应扩大开放，加强国际交流与国际合作。祝论坛圆满成功，推动热发电技术能

够在新的起点上发展得更好更快。

#### **本次大会主席，徐建中院士致辞**

首先代表工程热物理学会向各位代表表示欢迎，向海南省、三亚市有关部门和电工所表示感谢。这次会议是我们的第四次会议，自第三次会议以来，太阳能热发电有了一些新的进展，一是太阳能热发电方面的 973 项目得到批准，今年已经开始工作，二是 863 项目 1MW 塔式太阳能热发电站也进入最后决定性阶段，不久将要建成，三是以内蒙 50MW 太阳能热发电项目招标为标志，表明产业化已经开始推动向前。第四是今年是十一五规划最后一年，准备十二五计划的关键年。因此，这次大会是非常重要的。我们的大会提供了这样一个平台，交流太阳能热发电的科学研究技术进展。三亚环境优美，在宽松休闲气氛下，大家一方面欣赏大自然，另一方面启发我们的灵感，产生新的思想，新的做法来促进太阳能的发展。希望大家在三亚过得愉快，为太阳能事业做出贡献。

#### **国际能源署 IEA 执委、韩国太阳能学会主席姜龙赫博士致辞**

当前油价上扬，全球各国都在关注新能源发展。为了化危机为机遇，各国大力研究可再生能源，力求减少排放。韩国政府也设定了一个可再生能源方案。为了应对全球气候变化，我们需要共济合作，共商可再生能源大计。目前太阳能热发电技术在全球引起广泛关注，根据国际能源署的最新报告，预测 2050 年热发电提供全球 11% 电力，成本为目前 20~25%。在此，我们通过大家互相交流经验，互相分享对热发电技术进行探讨。感谢王志峰博士和全体会务人员的努力，预祝大会圆满成功。

#### **8 月 17 日上午 院士专家主题报告**

##### **徐建中 院士（中国工程热物理学会理事长）**

我国能源领域能源供需之间存在尖锐矛盾。2020 年以前，常规能源生产与能源需求的缺口不断扩大，国家中长期科技发展规划将其列为优先领域的第一位。2020 年以后，这一缺口继续扩大，至少一直要持续到实现中等发达的 2050 年。并且，以煤炭为主的化石能源结构，造成严重的环境污染，主要温室气体的排放导致全球气候变暖，对人类未来构成重大危险。

我国正受到能源和环境双重巨大的压力，必须高度重视温室气体问题，既保

证较快的发展速度，又不污染环境和节约资源与能源。因此，发展低碳经济和低碳技术，这是我国可持续发展的必然选择，我们必须走改变发展方式，优化经济和产业结构的道路，建设低碳经济和低碳社会。建立我国可持续能源体系是一个长期的、历史的过程，可能要用一个世纪的时间，它包括三个主要部分，无碳/低碳能源结构，先进的电网和科学用能。我们需要构建新的能源网络以提高能源使用效率，达到节能减排的目的。

节能和科学用能方面，我们应研究用能系统的合理配置和用能过程中物质与能量转化的规律以及它们的应用，提高能源利用率和减少污染，最终减少能源的消耗，“分配得当、各得所需、温度对口、梯级利用”，提高能源及资源的综合利用率。同时，转变传统的利用方式，发展资源、能源、环境一体化模式，实现资源循环，最大限度地减少“废物”和“废能”。燃料化学能与物理能的综合梯级利用的方式，有助于减少燃烧过程不可逆性，同时提升中低温热品位，实现高品位燃料化学能的高效利用，实现“源头节能”。

我们需要发展多种形式的聚光太阳能技术，并实现产业化。聚光太阳能技术本身形式多种多样，其应用方式也丰富多彩，应采用相应的方法推广其应用。聚光太阳能中高温利用方面，塔式、槽式、碟式中的相当一部分技术基本成熟，采用现有技术可实现产业化。发电之外，应推广太阳能蒸汽发生器（太阳能锅炉），与化石能源互补，作为燃煤或燃油电站的第一级，发挥太阳能的特点，避免其不足。此外，太阳能制热制冷，太阳能热化学复合系统，太阳能海水淡化也是需要重视的技术。

能源和环境问题是制约我国经济和社会发展的长期瓶颈，是始终必须高度重视的重大问题。可靠、充足、经济、安全、清洁的能源供应，可以保证 GDP 稳定增长，同时不造成对生态环境的污染。在当前资源能源环境的压力下，我们的出路即是发展低碳经济和低碳技术。

**姜龙赫 博士(国际能源署太阳能热发电组织执委，韩国太阳能学会主席)**

SolarPACES 在全球共有 16 个成员，并且有众多国家正在申请加入，SolarPACES 的结构为一个执委会六个项目组，执委会负责研究战略性目标，国际能源署提交报告，而项目组则负责具体研究工作。

CSP 技术主要分为四类，塔式，槽式，碟式和线性菲涅尔式，其中具有较

高潜力的是 DSG 槽式和空气-燃气轮机塔式。到 2050 年，CSP 的成本会降低到现在的 20~25%，供应全球 11% 的电力。西班牙，美国，北非（欧洲）均已有大量的已建成或在建 CSP 电站。

韩国自 1994 年以来，已进行了多项关于 CSP 技术的研究，完成了高温槽式，碟式聚光器，验证了 10 千瓦的碟式斯特林系统。目前正在同中国科学院合作，进行 1MW 塔式电站方面的研究，建设 200KW 聚光示范电站项目，发展高压空气吸热器。

CSP 技术是最有前景的可再生能源技术之一，槽式和线性菲涅尔式太阳能热发电技术已经成熟，并向空气吸热器-燃气轮机的塔式电站方向发展。

**黄湘 研究员（国家 973 太阳能热发电项目首席科学家，中国电气协会副理事长）**

CSP 具有技术相对成熟、发电成本低及对电网冲击小等优点，是可再生能源发电中最有前途的发电方式之一。其热功转换部分与常规火力发电机组相同，有成熟的技术可资利用，因此特别适宜于大规模化使用。我国在科技部“八五”、“十五”和“十一五”的持续支持下，在槽式、碟式和塔式太阳能热发电系统已经取得一批成果。

我们的太阳能热发电技术主要有三种积极性的推动：一是专业队伍科研院所，二是行业队伍，主要是发电集团，电网公司和核电公司，三是行业外队伍，即大型企业集团，各种投资公司，民间企业。在此基础上，科技部牵头组织了太阳能光热产业技术创新产业联盟，理事会成员单位包括 19 家企业，14 所高校和 8 家科研院所。

中国太阳能热发电的产业主要由研发体系，设计体系，制造体系，安装体系和运行维护体系构成。产业链以原材料发展为出发点和起点，核心装备全部自主知识产权和国内生产，从系统和设备研发——系统设计——产品制造——安装、调试——系统集成形成系列和体系，许多企业和研发机构都在研发基础上，申报了自己的自主知识产权的专利和发明，部分产品出口国外。联盟内的企业具有国际先进水平的装备有：钢铁、设备生产、汽轮机、锅炉、超白玻璃、太阳能玻璃深加工设备、真空集热管等。

中国太阳能热发电近年取得了大量成果，863 塔式电站的主要设备完成加工，预计今年底发电。槽式技术在聚光集热系统、真空管和玻璃反射镜方面均取

得突破性进展。

太阳能热发电具有广阔的市场前景，假定每平方公里贡献 1 亿度电/年，则 3 万平方公里的开发，能解决 2020 年全国总用电量的 30~35%。每平方公里的总投资控制在 7.5~10 亿，则全部的市场将近 22.5~30 万亿元的市场。其中近钢材、玻璃、真空集热管、熔盐等各占约 10~15%左右。每项投资达到 2.25~3 万亿元，这些材料都是中国常用建材。太阳能热发电的建设，对中国的经济发展具有强大的推动力。

## 8 月 17 日下午 太阳能热发电面临的重大科学问题（国家 973 项目报告会）

### 黄湘 研究员（中国科学院电工研究所）项目总体介绍

太阳能热发电过程目前面临聚光过程一次投资高、光学效率低、光热转换及传热蓄热材料性能低传热差和热功转换效率低下的制约，因此，在国家重点基础研究发展计划(973 计划)支持下对高效规模化太阳能热发电展开基础研究，旨在发展和探索太阳辐射能流聚集—吸收时空协同运输及转换规律，极端条件下热能传输储存机理及与材料组成结构的关联机制，以及非稳态太阳能光—热—功能量系统集成理论。针对上述三个关键科学问题，设置了六个研究课题任务，以期实现理论突破，技术提升，人才培养。目前已展开或完成基于非成像光学的聚光器设计理论及聚光器面形的检测方法研究；镜场时空协同设计理论研究及优化软件编写；水/蒸汽工质、熔融盐工质吸热器吸热面以及腔体式吸热器内部辐射热流密度的分布特性研究；不同传热蓄热工质自然、受迫及混合对流传热性能及机理；强化管内熔融盐流动与强化传热机理；不同类型非稳态太阳能光—热—功能量转换过程的相互作用规律；储热材料制备原理；搜集可能建太阳能热电站地区的直射辐射资源、水资源、生态、地表及地质资源等特征数据，分析适合沙漠环境的太阳能热电站冷凝方式等工作，完成论文 23 篇，其中 SCI / EI 收录 8 篇，申请发明专利 3 项。

### 课题一 太阳辐射能高效聚集与镜场时空协同理论

课题负责人：卢振武 中科院长春光机所

2010 年度研究内容：

- 1) 基于非成像光学的聚光器设计理论；



- 2) 新型聚光器的设计软件编写及聚光器设计;
- 3) 聚光器面形的检测方法研究;
- 4) 镜场时空协同设计理论研究及优化软件编写;
- 5) 聚光器跟踪精度及测试方法研究;
- 6) 聚光器支撑及跟踪系统的环境适应性研究。

## 课题二 吸热过程光-热耦合特性及复杂非稳态传热机理

课题负责人: 李增耀 西安交通大学

2010 年度研究内容:

通过文献调研, 确定水/蒸汽工质、熔融盐工质吸热器腔体的尺寸和管道的布置以及空气吸热器初步的结构型式; 利用蒙特卡罗方法建立聚光太阳辐射的计算模型, 获得吸热面以及腔体式吸热器内部辐射热流密度的分布; 设计高温空气吸热器实验系统, 完善水工质太阳能吸热器热工水力实验系统。

## 课题三 高温传热蓄热过程多尺度结构中流动与传递规律

课题负责人: 丁静 中山大学

2010 年度研究内容:

- 1) 高温传热蓄热工质的制备与表征;
- 2) 对流传热实验台的设计与改造;
- 3) 高温传热蓄热工质受迫对流传热性能;
- 4) 熔融盐流动与强化传热机理的数值模拟;
- 5) 多尺度结构传热蓄热的研究。

## 课题四 大规模太阳能热发电系统集成及调控策略

课题负责人: 孔力 中国科学院电工研究所

2010 年度研究内容:

- 1) 研究不同类型非稳态太阳能光-热-功能量转换过程的相互作用规律;
- 2) 研究大容量太阳能热发电系统吸热工质、蓄热工质和做功工质的性能和匹配机理;
- 3) 完成聚光岛、吸热岛、热能岛性能测试平台的设计方案;