

南京工业大学

大型精密贵重仪器设备 申请采购论证报告

设备名称 太阳能聚光集热系统

申请单位 机械与动力工程学院

经费来源 江苏省建筑节能专项：苏财建

[2008]284号

申请人(签名) 朱跃钊

负责人(签名) 陈海军

联系电话 13814502232

日期 2015.7.21

南京工业大学资产与设备管理处制

二〇一五年四月二十七日

大型精密贵重仪器设备申请采购论证报告

设备名称	太阳能聚光集热系统			型号规格	00111140
单 位	台	数量	1	国 别	中国
预 计 单 价	人民币	217.46		生 产 厂	定制非标
	美 元			供应厂商	
主要技术 指标、特 点及用途	<p>主要技术指标：</p> <p>(1) 占地面积：435m²；</p> <p>(2) 集热器效率：33-37%；</p> <p>(3) 蒸汽产生能力：按南京每天日照 5h 计算，折算年产蒸汽 (0.8MPa) 227t，蒸汽成本 259 元/t。</p> <p>(4) 系统跟踪精度：0.005° ；</p> <p>(5) 控制要求：为保证装置的平稳操作和安全生产，且发挥系统优势，装置所有远传的过程信号都送入 PLC 系统。</p> <p>特点：</p> <p>(1) 聚光系统先经微弧线性菲涅尔式聚光系统实现首次聚光，而后再经 CPC 二次聚光罩提高聚光效率。</p> <p>(2) 系统跟踪单元采用全自动跟踪方法，光控为主，时刻为辅。光照强时采用光控，光照弱时自动切换至时控模式，跟踪精度得到保障。</p> <p>(3) 系统采用 PLC 控制，响应快速，便于操作。</p> <p>用途：</p> <p>结合储热、换热和传热子系统，实现南京工业大学江浦校区 22260m² 综合体育馆 1900kW 制冷量和 1400kW 制热量的冷热联供作用。</p>				
国内外 同类仪 器设备	型号规格	生产厂、供应厂商		性能、指标	单价 (人民币/美元)
	LS-4	美国南加州 LUZ 公司		工作温度 400℃	
校内是 否有同 类仪器 设 备	无				

一、申请购置理由：

(1) 项目科研的需要

“江苏省建筑节能专项：苏财建[2008]284号”建筑节能专项是2009年年初，我校机械与动力工程学院过程装备与控制实验室团队申报的项目，我校获得拨款经费217.46万元。太阳能聚光集热系统是太阳能•生物质能耦合功能系统在大型公共建筑物中的应用示范工程中，太阳能聚光集热系统实现向公共建筑物冷热联供的关键子系统，对项目研究水平和科研力量的提升具有非常重要的作用。

项目目标：为经济、可靠地实现太阳能在体育馆、宾馆、机场、火车站等大型公共建筑物的能量供应。需要针对以下内容进行示范研究：(1) 研制槽式和菲涅尔式太阳能中温集热系统，获取系统的设计参数；(2) 研制适合大规模聚光条件下的U型真空玻璃管和直通式集热器，同时研究大型聚光型太阳能蒸汽单元的进水及蒸汽汇聚技术；(3) 研究大型聚光镜场低成本的太阳跟踪及联动技术。其中示范的关键是开发建设一套低成本高效的太阳能聚光集热系统。太阳能供能系统应由太阳能集热单元、导热油储热单元好蒸汽发生单元等组成，工作原理为：流经集热管的导热油被太阳能聚光单元加热后，热油进入储罐与已有的冷油换热，储罐里的导热通过泵再抽送至集热镜场，如此不断循环直至储罐里的导热油温度达到约185℃，然后泵将储罐里的热油输送至蒸汽发生器产生0.8MPa的饱和蒸汽，换热后的导热油温度降至月150℃或者进入热水板换产热水，供建筑热水使用；换热后的导热油返回太阳能聚光单元进行循环加热。此示范项目中太阳聚光集热系统涉及开发抗风载荷强及聚光效果好的微弧聚光镜面、高精度太阳跟踪系统配套和可靠稳定吸热换热集热管技术研发等技术瓶颈问题的攻克。集上述技术与一体的太阳能聚光集热系统的工程化实现对太阳能与建筑耦合利用的推广具有十分重大的意义。

(2) 学科建设的需要

在学校重点学科建设中，有三个重点的研究方向，需要本设备支撑：

1) 光热转换过程强化与中高温太阳能热利用装备技术研究

研究内容：本方向围绕中高温太阳能热利用的关键部件集热器及其支架设计与制造问题，以强化光热转换效率为目标，开展如下研究工作：针对集热器的玻璃/金属焊接问题，通过宏微观试验和数值模拟，研究玻璃/金属焊接技术，强化

焊接接头质量，建立焊接接头微观组织与焊接接头宏观力学性能之间的关系，提出玻璃/金属焊接接头疲劳寿命的预测方法；针对抛物槽式聚光集热系统能流密度均匀性和聚光精度问题，设计新型集热器支架结构形式，研究流/固/光/热四场耦合作用下的集热器力学行为和光学特征，采用现代优化设计理论和方法，开展多场耦合条件下的集热器的拓扑优化和性能优化研究，强化太阳能热利用效率。

2) 新型太阳能生物质能联合供能系统研究

研究内容：围绕太阳能热利用过程品位低、不连续等问题，以及生物质能利用过程的高度分散和低能量密度问题，以太阳能中高温热利用技术和固定床生物质热化学转化技术为基础，构建太阳能、生物质能耦合供能系统平台，提供热、电和冷，实现能量来源的低成本、规模化、无污染和可再生化，促进新能源技术和装备的研究、示范和推广应用。

本太阳能聚光集热系统作为项目的太阳能耦合利用子系统具有重要意义。

3) 重点实验室资质的提升

机械学院于 2010 年建设了江苏省过程强化与新能源装备技术重点实验室，已开发了一批高效新型的新能源节能环保装备，研制搭建本太阳能聚光集热系统，可使实验室积累更为丰富的新能源工程化开发利用的经验。

以上方向都需要太阳能聚光集热系统，以完成相关理论和实验验证工作。

(3) 教学的需要

我校过程装备与控制工程及新能源科学与工程本科专业，是江苏省的特色专业，特别是在新能源科学与工程的教学过程中，缺乏大型的新能源工程示范应用教学平台，如果设计搭建太阳能与建筑一体化示范工程（含太阳能聚光集热系统），将有利于新能源科学与工程的教学。同时，研究生可以参与到此系统的设计研制搭建中来，提升新能源工程实践、工程运行及工程运营管理能力。培养新能源工程实践应用方面，能理论联系实际、创新能力强的研究生。

二、预计效益分析

1. 教学：在太阳能热利用方面，针对国内现状，培养一批太阳能热利用的专门人才和队伍，对促进太阳能热发电产业化进程至关重要。由于该系统涉及行业较多。研发设计系统，既要有太阳能热工专业知识，也要熟悉诸如传热、机械、材料、化工等方面的知识，甚至要具备光学、控制等相关领域的知识。目前，在太阳能热发电领域，相关的人员大多数没有经过系统的专业知识学习，培养的专业人才知识基础尚较薄弱。而通过槽式和菲涅尔式太阳能聚光集热系统关键技术的开发，由点到面，有效促进相关专业人才的培养，进而有效提高我国太阳能中高温热利用及热发电研发及产业化的整体水平。

本项目的实践成功，有利于促进新能源装备、暖通工程、热能工程、化学工程、制冷工程、控制工程和建筑工程等学科和方向的融合，推进学科群的进一步发展，培育新的学科增长点 and 方向。

本项目实施过程，培养硕士研究生 5 人，博士研究生 1 人；在读硕士研究生 4 人，博士研究生 2。同时，对新能源科学与工程本科专业学生可起到示范参观教学作用。

2. 科研：太阳能镜场聚光性能测试

太阳能镜场的聚光性能直接影响到它的集热效率，对其进行测试十分必要。而光斑的宽度则是体现聚光性能的一个直接而又重要的参数。另外，由于菲涅尔式聚光的原理导致其镜片相互遮挡情况的记录和测量也是测试之一。

(1) 光斑宽度测量

在太阳能镜场对各个聚光模块的实际光斑宽度进行定点定时测量。采用画有刻度的小长方形遮光板，将其固定在集热管上某点，每隔十分钟拍照并记录刻度。

(2) 遮光情况记录

遮光情况分两种，一是镜片被遮光，一是探头被遮光。镜片被遮光主要分两种情况，一是自身的镜片或镜架遮挡而导致的，这个与初始的聚光结构设计有关；二是周围的环境，例如路边的树等的遮挡而导致的，这个与镜场选址有关。实时监控并记录镜片被遮挡时的时间和被遮挡的采光面积。探头被遮光后镜场就会停止跟踪，对系统的正常运行影响较大。

(3) 太阳能集热性能主要影响因素的探索和测试分析

由于遮挡、跟踪误差等会造成系统存在集热效率不理想和集热过程不稳定等问题，为此，对以下各个方面进行分析和测评：1) 聚光器实际几何光学效率；2) 聚光器实际运行时的聚光性能；3) 集热管的光热转换能力；4) 系统的热损失。

(3) 技术研究

研究内容：(1) 真空玻璃技术：太阳能集热器中采用真空技术后，集热器集热效率高，保温效果好，适用范围广，寿命长，可靠性强。将开发的真空集热管安装在搭建的太阳能聚光集热系统上可进行真实工况下的性能测试，为开发更高性能的真空集热管提供平台；(2) 将热管技术与真空玻璃技术结合，开发出太阳能真空管热管集热器，满足中高温热源的要求；(3) 太阳能中高温热利用方面的强化传热技术。

上述几方面的科研和技术的研究展开，可为太阳能与建筑耦合一体化利用积累较多的工程和人才培养经验，有利于学院新能源科学与工程学科专业的发展和教学工作的展开。

综上所述，试制太阳能聚光集热系统省机械学院的建设，我校学科建设，科研水平的提升，本科、研究生的培养都是非常有必要和迫切。同时，“江苏省建筑节能专项：苏财建[2008]284号”有预算要求，经费已经落实，具有可行性。

三、设备辅助条件

(是否具备安装使用的用房,是否需要空调和特殊水电设施及配套设备,经费落实情况,是否存在影响环保和安全的因素,有无具体措施)

本太阳能聚光集热系统依南京工业大学的体育馆前门的上坡而降,充分利用原有的坡度,集热总面积为 435m²,共四个模块,三个模块分别为 125m²,第四个模块为 60m²;单元玻璃片规模是 1.22m×1.6m;整个集热装置外围用护栏围起来。其中系统的控制室安排在体育管内,将供能和用能两个子系统有机地结合在一起。江苏省过程强化及新能源装备技术重点实验室,有完备的基础条件和实验对象。一整系统包括太阳能聚光集热装置、太阳能辐射仪一台、气相色谱仪 2 台,微量注射泵、质量流量控制器和电子天平等。重点实验室将为本设备安排教师 3 名,博士生 2 名,硕士 3 名;配套一个安全的储放空间以及严格的使用管理办法。经过调研,总共需要 217.46 万元人民币左右,经费由“江苏省建筑节能专项:苏财建[2008]284 号”的经费支出。

四、操作、管理、维修人员及兼职设备档案员名单

姓名	年龄	文化程度	职务 职称	参加何 种工作	专职或 兼 职	培训情况
陈海军	36	博士	副教授	管理	专职	
杨谋存	36	博士	副教授	管理	专职	
范红途	52	高工	讲师	管理	专职	
王银峰	27	博士	研究生	操作	兼职	
王啸远	24	博士	研究生	操作及维修	兼职	
夏婷	24	硕士	研究生	操作及维修	兼职	
陈泽清	24	硕士	研究生	操作及维修	兼职	
万龙	23	硕士	研究生	操作及维修	兼职	

论证内容及结论	<p>太阳能聚光集热系统是太阳能与建筑耦合一体化冷热联供的核心子系统，是研发水平的必须设备，是机械学院学科建设、本科、研究生培养的 necessary 设备。</p> <p>在充分调研的基础上，论证报告中提出的技术参数指标合理，设备功能用途广泛，具有可行性。</p> <p>专家建议：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 对试制系统，进行市场调研，做进一步技术了解。在此基础上展开工程招标工作。 2. 控制上，明确控制系统的功能是否齐全，系统的维护费用等事项。 3. 在经费许可的情况下，邀请专家对系统实施工作进行指导和把关，以保证系统的成功实施。 <p style="text-align: center;">专家组组长：</p>			
	专家组组长：			
论证人员名单	姓名	单位	职称	签名