

# 科研成果

Scientific and technological achievements



## 陶瓷太阳能建筑 示范房 技术分析报告

Technical Analysis Report of Ceramic Solar  
Construction Demonstration House



北京天能通太阳能科技有限公司  
河北黑瓷老人太阳能科技有限公司

# 科研成果

Scientific and technological achievements > > > >

河北黑瓷老人太阳能科技有限公司厂区整体规划图



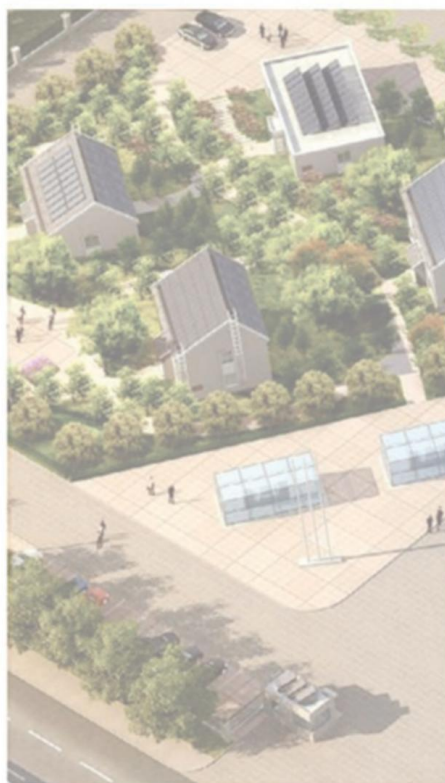
# 科研成果

Scientific and technological achievements



## 目录 CONTENTS

<b>1</b>	项目概况 .....	1
<b>2</b>	建筑节能技术分析 .....	3
<b>2.1</b>	建筑节能技术 .....	3
<b>2.2</b>	应用效果分析 .....	4
<b>3</b>	太阳能供暖技术分析 .....	6
<b>3.1</b>	陶瓷太阳能集热板 .....	6
<b>3.2</b>	陶瓷太阳能供暖系统 .....	9
<b>3.3</b>	系统能耗分析 .....	10
<b>4</b>	技术经济性分析 .....	12
<b>4.1</b>	运行费用分析 .....	12
<b>4.2</b>	节能建筑费用 .....	13
<b>4.3</b>	太阳能供暖系统费用 .....	14
<b>4.4</b>	综合建设费用 .....	14
<b>5</b>	合作单位 .....	15
<b>6</b>	总结 .....	16
<b>7</b>	陶瓷太阳能办公楼取暖与制冷 .....	16
<b>8</b>	陶瓷太阳能厂房取暖 .....	17
<b>9</b>	建筑物阳台栏板陶瓷太阳能热水系统产品 .....	17
<b>10</b>	贴附式陶瓷太阳能热水系统 .....	18



# 科研成果

Scientific and technological achievements

陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告

## 1 项目

本项目位于唐山市曹妃甸经济开发区，地理位置位于东经118.42°，北纬39.08°。



图1.1 项目地理位置

示范项目由4座独栋的示范房组成，建筑结构为砖混结构，外墙、屋面分别采用70mm、80mm聚氨酯保温层，地面保温采用60mm聚氨酯保温层，外墙保温铺设至室外地坪以下300mm，外窗采用平开式、双层双玻塑钢窗，入户门为实木保温门，附加防风门斗。供暖系统采用陶瓷太阳能供暖系统，末端通过地板辐射为建筑供暖。

1号示范房的建筑面积153m<sup>2</sup>，平顶单层住宅，3室2厅2卫，共安装26块太阳能集热器，集热器总面积为52m<sup>2</sup>，末端系统采用地板辐射，集热器总面积与建筑面积比为1:3。



图1.2 一号示范房

# 科研成果

Scientific and technological achievements

## 陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告

2号示范房的建筑面积113m<sup>2</sup>，坡顶单层住宅，坡顶角度30°，2室2厅1卫，共安装20块太阳能集热器，集热器总面积40m<sup>2</sup>，集热器总面积与建筑面积比为1:3。



图1.2 二号示范房

3号示范房的建筑面积305m<sup>2</sup>，坡顶三层住宅，坡顶角度30度，6室3厅3卫，共铺设25块太阳能集热器，集热器总面积50m<sup>2</sup>，集热器总面积与建筑面积比为1:6。



图1.3 三号示范房

4号示范房的建筑面积246m<sup>2</sup>，坡顶双层住宅（带阁楼），坡顶角度30度，3室2厅3卫，共铺设25块太阳能集热器，集热器总面积50m<sup>2</sup>，集热器总面积与建筑面积比为1:5。



图1.4 四号示范房

# 科研成果

Scientific and technological achievements

陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告



图1.5 建筑外观实景图

## 2 建筑节能技术分析

### 2.1 建筑节能技术

#### 1) 外墙及屋面保温系统

以提高建筑的节能水平为目的，采用保温性能更高的围护结构，其保温性能的重要性尤其在严寒、寒冷和夏热冬冷地区更加显著。根据唐山市设计计算参数，外墙、屋面保温系统选取厚度分别为70mm、80mm的聚氨酯，容重为 $30\text{kg/m}^3$ ，等级为B1级。具体做法是外墙抹灰层外铺设保温层，保温外为网格布（外墙防水腻子）以及外墙防水涂料，同时外墙保温铺设至室外地坪以下300mm。

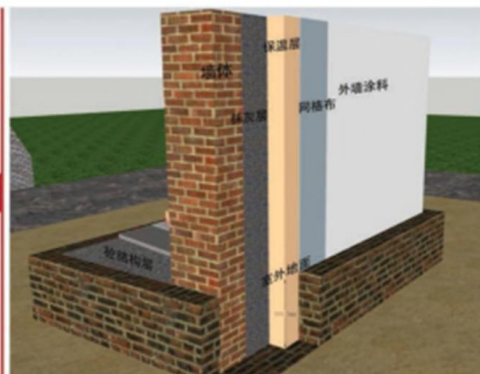


图2.1 外墙保温系统示意图

# 科研成果

Scientific and technological achievements > > > >

## 陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告

根据JGJ 26-2016《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》对寒冷地区外围护结构热工性能的要求，外墙、屋面的传热系数应达到 $0.45\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 和 $0.35\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。本项目外墙、屋面传热系数分别为 $0.32\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 和 $0.29\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，低于标准的约束值。

在后续推广过程中，将根据建设所在地的气象参数，调整保温层的厚度，在满足相关标准规范的前提下，进一步提高建筑的节能水平。

### 2) 地面保温系统

对于楼面系统，结构板和楼面钢梁组成的整体结构坚固稳定，水电管线暗敷在楼面结构内，不占用层高净空；地面保温系统的做法如下：

- (1) 一层地面垫层为80mm厚混凝土垫层；
- (2) 砂浆找平层；
- (3) 铺防潮层（塑料布）；
- (4) 铺60mm厚保温层（聚氨酯板）、边界膨胀带；
- (5) 铺反射膜；
- (6) 铺设地暖管；
- (7) 铺贴找平层：地暖管填充物混凝土或珍珠岩混凝土。抹平暴露地暖管上壁为最佳；
- (8) 地面面层：地面砖至地暖管上壁厚度为30mm为最佳。

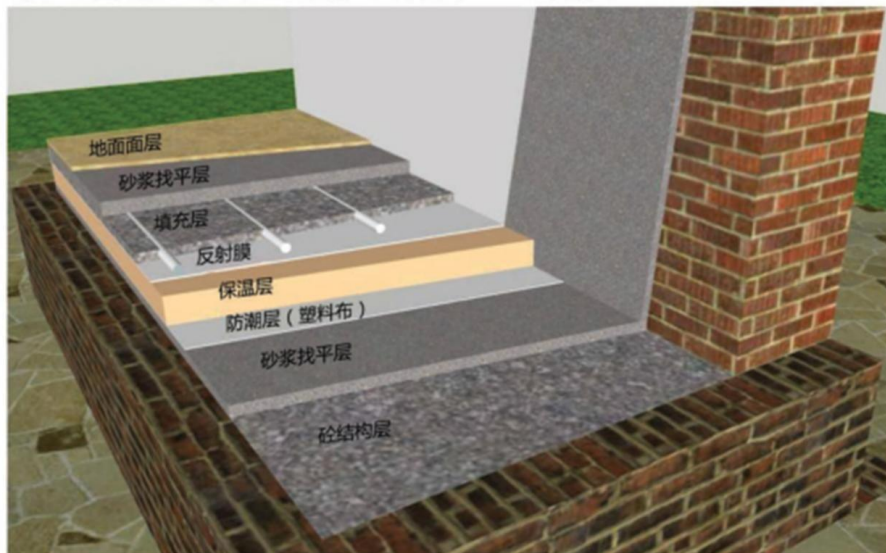


图2.2 地面保温系统示意图

# 科研成果

Scientific and technological achievements > > > >

陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告

本项目地面保温系统采用了60mm厚聚氨酯保温板，同时加设防潮层。不仅解决了地面反潮的问题，同时也较好地阻止了室内热量向地下传导，技术水平高于相关标准规范的要求。

### 3) 高性能外窗

外窗应具有良好的采光、隔热和保温性能，对不同波长的光线进行选择透过，从而在满足自然光照明时，在夏季将造成冷负荷的光线隔绝在室外，在冬季将辐射到玻璃的近红外线反射回室内。外窗是影响建筑节能效果的关键部件，主要性能参数包括：传热系数（K）、太阳得热系数（SHGC）以及气密性能。

本节能建筑选用中空双层塑钢窗，传热系数为 $0.98W/(m^2 \cdot K)$ ，显著低于JGJ26-2016《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》要求的 $2.5W/(m^2 \cdot K)$ 限值。同时该外窗具有较高的太阳得热系数（SHGC），在冬季可较好地吸收太阳辐射热。

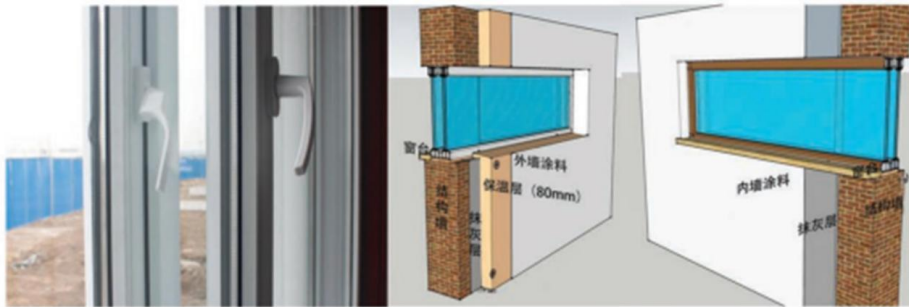


图2.3 高性能外窗与节点示意图

### 4) 高性能外门

严寒地区建筑的外门应设门斗，寒冷地区面向冬季主导风向的外门应设置门斗或双层外门，其它地区外门宜设门斗或应采取其它减少冷风渗透的措施。

本节能建筑与室外接触的外门为高性能实木保温门，减少室内热量传导，同时加设玻璃门斗，可较好地吸收太阳辐射热，形成小型附加阳光间，增强被动式得热。



图2.4 实木外门



图2.5 外门门斗与小型附加阳光间



# 科研成果

Scientific and technological achievements > > > >

陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告

## 2.2 应用效果分析

12月1日~2月1日期间，对以上建筑节能技术的应用情况进行测试。实测室外环境空气的平均温度为-4.9℃，最低温度-15.4℃；同时由于该项目临近海边，相对湿度较大，实测室外环境空气的平均湿度达60.25%。根据对2号示范房的实测数据，室内平均温度为19.5℃，满足设计与居住条件要求。

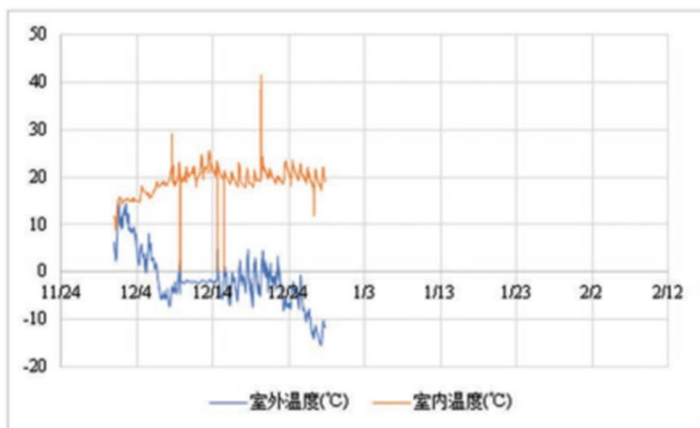


图2.6 室内外温度记录

测试期间，陶瓷太阳能供暖系统的总供热量，即建筑耗热量为2567.5kWh，日均建筑耗热量为40.8kWh/d。则该建筑的耗热量水平为1.7kW，折合单位供热面积的耗热量为20.0W/m<sup>2</sup>，节能效果显著。

## 3 太阳能供暖技术分析

### 3.1 陶瓷太阳能集热板

本项目太阳能供暖系统选用了陶瓷太阳能集热板，该产品是将黑色陶瓷薄片覆盖在金属管翅上，用卡式办法固定，形成陶瓷太阳能集热板芯，金属管翅两端采用卡压方式进行连接，这样形成的太阳能集热器具有成本最低、寿命最长、性能最稳定的特点。陶瓷太阳能板吸热体为瓷质材料，不腐蚀、不老化、不褪色，无毒、无害、无放射性，阳光吸收率不会衰减，具有长期较高的光热转换效率。完全可在沿海城市安装。

# 科研成果

Scientific and technological achievements



图3.1 陶瓷太阳能集热板

图3.2 获得专利等相关成果

该系列产品已列入北京市住房和城乡建设委员会太阳能热水系统产品质量诚信评价A级供应单位（第一批）（京建发（2010）117号）。于2012年成功完成了北京市住房和城乡建设委员会和北京市科学技术委员会两委立项的“陶瓷太阳能与建筑一体化关键技术研究及示范”科技任务。2015年7月取得了北京市住房和城乡建设委员会的“科学技术成果鉴定书”、“北京市工程建设工法审定证书”、“陶瓷太阳能阳台栏板应用技术规程”。进入2016年北京发改委节能低碳技术（产品）及示范案例推广目录、在航天科技、科工两集团住宅楼项目中获得2016-2017年度第一批中国建设工程“鲁班奖”、2018年北京市节能低碳技术产品应用案例汇编。

## 3.2 陶瓷板太阳能供暖系统

陶瓷板太阳能供暖系统的基本原理是：通过陶瓷太阳能集热板吸收太阳辐射热，通过集热泵将该部分热量以热水的形式输送出来；同时设立蓄热水箱，当太阳能供热能力富裕时存储多余的热量，通过热源泵将水箱中的热量传输至末端地板辐射采暖设备，该系统辅助热源为4.5kW电加热，只对地暖系统中软化水加热。水箱、水泵、辅助热源集中安装在设备间，主要控制策略包括：

- 1) 当早上8、9点时，集热板温度高于水箱温度10℃时，集热循环工质（软化水）自动循环；
- 2) 当室内温度达到23℃时，地暖循环泵停止工作，当室内温度达到19℃时，地暖循环泵开始工作；
- 3) 下午3点左右，集热器温度与水箱温度平衡时，集热器及管道内循环工质（软化水）全部落回保温储能水箱；
- 4) 夜晚10:00至次日6:00（低谷电阶段），或当连续阴天、雨雪天等天气状况下，间歇性启动辅助电加热，控制采暖供水温度。

# 科研成果

Scientific and technological achievements

陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告



图3.2 陶瓷太阳能供暖系统原理图

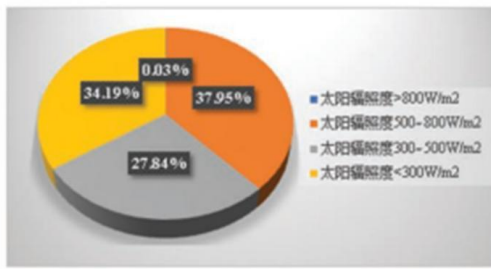


图3.4 各太阳辐照度区间的时间占比

### 3.3 系统能耗分析

基于2号示范房测试数据，对该系统的能耗状况进行分析，主要包括太阳能集热系统、水箱蓄热系统、地暖蓄热系统和末端供热系统。

#### 1) 太阳能集热系统

2号示范房太阳能集热系统主要由20块陶瓷太阳能集热板组成。单块太阳能集热器面积为 $2.0\text{m}^2$ ，采光面积为 $1.65\text{m}^2$ ；则合计集热器面积 $40.0\text{m}^2$ ，采光面积为 $32.91\text{m}^2$ 。

根据实测数据，12月1日~2月1日期间，单位采光面积日均太阳辐照量为 $11.8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，总太阳能辐照量仅为 $24382.1\text{MJ}$ 。期间受大气污染和空气质量影响，总体太阳辐照度不高，集热器采光面上辐照度高于 $800\text{W}/\text{m}^2$ 的时间仅占 $0.03\%$ ，太阳辐照度在 $300\text{W}/\text{m}^2$ 以下、 $300\sim 500\text{W}/\text{m}^2$ 、 $500\sim 800\text{W}/\text{m}^2$ 的时间占比分别为 $34.19\%$ 、 $27.84\%$ 和 $37.95\%$ 。

测试期间，太阳能有用得热量达 $6089.6\text{MJ}$ ，折算为 $1691.5\text{kWh}$ ；日均太阳能有用得热量为 $96.7\text{MJ}/\text{d}$ ，折算为 $26.8\text{kWh}/\text{d}$ ，实测在该地太阳辐照度较差的情况下，12月1日至2月1日包含各种天气状况的平均太阳能集热效率达 $25.0\%$ 。

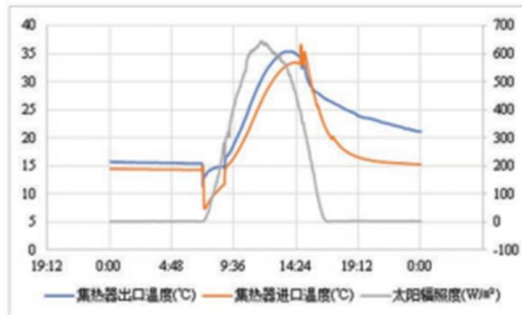


图3.5 典型日太阳能集热系统运行状况

# 科研成果

Scientific and technological achievements > > > >

陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告

## 2) 水箱蓄热系统

本系统选用保温蓄热水箱，在太阳能供热能力富裕时，及时存储太阳能得热量。水箱外形体积为 $2\text{m}^3$ ，实际容水量为 $1.61\text{m}^3$ ，与太阳能集热系统直接连接，无换热设备，完全通过热水流动的强迫对流和自然导热进行换热，换热效率高。（如图3.6）

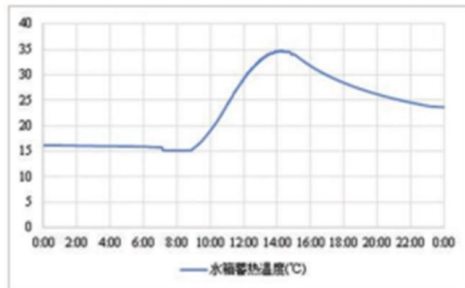


图3.6 典型日水箱蓄热温度记录

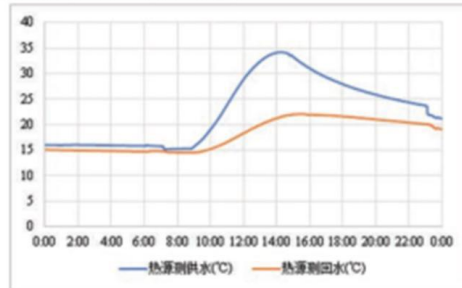


图3.7 末端供暖系统的供回水温度记录

测试期间水箱最高蓄热温度达 $55.7^{\circ}\text{C}$ ，最低温度为 $14.3^{\circ}\text{C}$ ，则实际运行中最大可蓄存热量达 $282.7\text{MJ}$ 。

根据上述实测数据，2号示范建筑的日均耗热量为 $146.7\text{MJ/d}$ 。水箱的最大蓄热量可以满足建筑的供暖需求，从而尽可能减少辅助热源电加热的投入。另一方面，在保障蓄热能力的同时，最高蓄热温度仅为 $55.7^{\circ}\text{C}$ ，蓄热系统的设计可使太阳能集热器仍在较好的集热效率下工作，从而避免了集热效率下降，甚至间歇性启停的问题。实验数据验证了保温蓄热系统设计的合理性。

## 3) 地暖蓄热系统

根据末端供暖系统的供回水温差记录，在一天中变化较大。最大温差出现在13:00~15:00时刻，达到 $13.0^{\circ}\text{C}$ （如图3.7），此时多余供热量输送到地热盘管，储存在地面混凝土及瓷砖中，实现继水箱之后的第二次长效蓄能。该部分热能完全散发需要2~3天，从而解决了夜间的供热问题，这种蓄热形式是目前市场上造价最低的形式之一。

末端采暖系统的供回水温度的最小温差一般出现在0:00~9:00，此时地面混凝土及瓷砖中的热量不断向室内释放，虽然热源供水温度仅为 $15^{\circ}\text{C}$ ，但房间温度仍然可满足居住和睡眠的需求，进一步减少电加热的投入。

## 4) 末端供热系统

末端供热系统采用强制循环的方式，通过水泵将蓄热水箱中的热水输送至末端低温地热盘管，末端供暖系统同样与蓄热水箱直接连接，无换热设备，极大程度提高换热效率。

测试期间太阳能日均供热量可达 $26.8\text{kWh/d}$ ，辅助电加热系统日均供热量为 $13.9\text{kWh/d}$ ，该系统合计制热量为 $40.8\text{kWh/d}$ ，太阳能保证率高达 $65.9\%$ ，具有较高的运行能效。

## 科研成果

Scientific and technological achievements

陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告

此外，两组水泵的日均耗电量为8.6kWh/d，占据了总耗电量的38.3%，该部分用能有待于通过控制策略的改善进一步减小，经过与中国建筑科学研究院有限公司等合作单位进行探讨，目前已经优化热源泵的控制方法，降低热源泵的耗电量约30%。

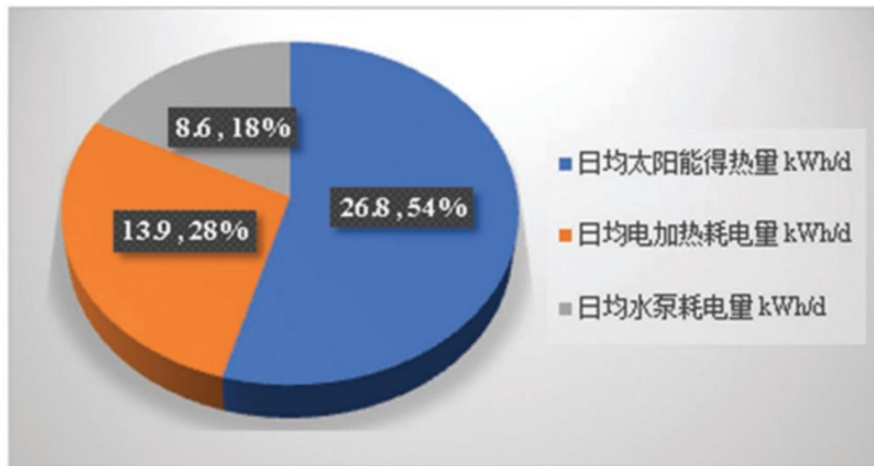


图3.8 系统能量分布图

## 4 技术经济性分析

### 4.1 运行费用分析

陶瓷太阳能供暖系统的主动式能源投入为太阳能和电能，太阳能是免费的，电能投入为22.5kWh/d，其中辅助热源电加热和输配系统的耗电量分别为13.9kWh/d和8.6kWh/d。

据调研，唐山市曹妃甸区采用峰谷电价的收费方式，峰、谷电价费用分别是0.76元/kWh和0.36元/kWh，则日均电费为11.57元/天，单位供热面积日均电费为0.14元/m<sup>2</sup>·天；采暖季运行电费估算为1399.76元，单位供热面积运行电费为16.86元/m<sup>2</sup>。

该项目若设立在北京，根据北京市0.483元/kWh和0.1元/kWh的峰谷电价，则日均电费为5.56元/天，单位供热面积日均电费为0.07元/m<sup>2</sup>·天；采暖季运行电费估算为672.9元，单位供热面积运行电费为8.11元/m<sup>2</sup>。

# 科研成果

Scientific and technological achievements

## 4.2 节能建筑费用

本项目对外墙、屋面、地面和外窗进行了节能优化，主要材料的费用统计如下表所示。

外墙 80mm、30mm 聚氨酯保温板			
名称	合价(元)	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	单位建筑面积费用(元/m <sup>2</sup> )
1#	20449.49	153.33	133.37
2#	18342.02	113.26	161.95
3#	23723.86	304.80	77.83
4#	23001.65	245.67	93.63
屋面 80mm 聚氨酯保温板			
名称	合价(元)	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	单位建筑面积费用(元/m <sup>2</sup> )
1#	8415.82	153.33	54.89
2#	11076.76	113.26	97.80
3#	10194.93	304.80	33.45
4#	7633.82	245.67	31.07
地面 60mm 聚氨酯保温板与地暖管			
名称	合价(元)	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	单位建筑面积费用(元/m <sup>2</sup> )
1#	7733.42	153.33	50.44
2#	6024.02	113.26	53.19
3#	10540.82	304.80	34.58
4#	7489.37	245.67	30.49
双层双玻塑钢平开窗			
名称	合价(元)	外窗面积 (m <sup>2</sup> )	单位外窗面积费用(元/m <sup>2</sup> )
1#	12979.20	24.96	520.00
2#	9016.80	17.34	520.00
3#	23280.40	44.77	520.00
4#	19749.60	37.98	520.00

表4.1 节能建筑主要材料费用

# 科研成果

Scientific and technological achievements

## 陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告

经统计，综合取费后，1#~4#示范建筑的建设价格指标（不包含陶瓷太阳能采暖系统）分别为2032.50元/m<sup>2</sup>、2295.05元/m<sup>2</sup>、1518.29元/m<sup>2</sup>和1605.80元/m<sup>2</sup>，平均建设价格指标为1862.91元/m<sup>2</sup>，以上建筑节能技术的应用具备较好的经济性和可行性。

序号	示范建筑	工程规模 (m <sup>2</sup> )	综合取费后建设价格指标 (元/m <sup>2</sup> )	综合取费后建设价格 (万元)
1	1#实验室	153.33	2032.50	31.10
2	2#实验室	113.26	2295.05	25.93
3	3#实验室	304.80	1518.29	46.31
4	4#实验室	245.67	1605.80	39.50

表4.2 节能建筑综合取费后建设价格

### 4.3 太阳能供暖系统费用

综合取费后，陶瓷板太阳能供暖系统的建设价格指标为280元/m<sup>2</sup>，具备较好的经济性和可行性。

序号	示范建筑	工程规模 (m <sup>2</sup> )	综合取费后建设价格指标 (元/m <sup>2</sup> )	综合取费后建设价格 (万元)
1	1#实验室	153.33	280	4.28
2	2#实验室	113.26	280	3.16
3	3#实验室	304.80	280	8.54
4	4#实验室	245.67	280	6.89

表4.3 太阳能供暖系统综合取费后建设价格

### 4.4 综合建设费用

综合取费后，对于陶瓷太阳能建筑供暖示范房整体，建设价格指标为2142.9元/m<sup>2</sup>，具备较好的经济性和可行性。

序号	示范建筑	工程规模 (m <sup>2</sup> )	综合取费后建设价格指标 (元/m <sup>2</sup> )	综合取费后建设价格 (万元)
1	1#实验室	153.33	2312.50	35.38
2	2#实验室	113.26	2575.05	29.10
3	3#实验室	304.80	1798.29	54.85
4	4#实验室	245.67	1885.80	46.39

表4.4 综合建设费用

# 科研成果

Scientific and technological achievements

陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告

## 6 总结

本项目位于唐山市曹妃甸经济开发区，由4座独栋的示范房组成，通过建筑节能技术和陶瓷太阳能供暖系统，满足建筑的供暖需求，提高居住舒适性。

在建筑节能技术方面，外墙、屋面分别选取70mm、80mm的聚氨酯保温板，外墙保温铺设至地坪以下300mm，传热系数分别为 $0.04\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 和 $0.03\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，显著低于标准限值。地面铺设60mm厚聚氨酯板，不仅解决了反潮的问题，同时阻止了室内热量向地下传导。外窗为中空双层塑钢窗，传热系数为 $0.98\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，具有较高的太阳得热系数（SHGC）。外门为实木保温门，同时加设玻璃门斗，增强被动式得热。实测室内平均温度为 $19.5^\circ\text{C}$ ，日均建筑耗热量为 $40.8\text{kWh}/\text{d}$ ，折合单位供热面积的耗热量为 $20\text{W}/\text{m}^2$ ，节能效果显著。

主动式系统采用陶瓷板太阳能供暖系统，通过地暖蓄热和水箱蓄热储存富裕能量。测试期间，受大气污染和空气质量影响，单位采光面积日均太阳辐照量仅为 $11.8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，太阳辐照度高于 $800\text{W}/\text{m}^2$ 的时间仅占0.03%，但平均太阳能集热效率可达25.0%。

水箱的最大蓄热量可满足建筑的供暖需求，同时还可促进太阳能集热器始终在较高的集热效率下工作。通过地面混凝土及瓷砖蓄热的方式，实现第二次长效蓄能，保证夜间的供暖需求。

测试期间太阳能日均供热量达 $26.8\text{kWh}/\text{d}$ ，太阳能保证率高达65.9%，具有较高的运行能效。日均电能投入为 $22.5\text{kWh}/\text{d}$ ，根据唐山市曹妃甸区的收费方式，日均电费为11.57元/天，采暖季电费为1399.76元，单位供热面积运行电费为 $16.86\text{元}/\text{m}^2$ ；根据北京市电价收费方式，日均电费为5.56元/天，采暖季运行电费为672.9元，单位供热面积运行电费为 $8.11\text{元}/\text{m}^2$ 。

综合取费后，1#~4#示范建筑本身（不包含陶瓷板太阳能采暖系统）的建设价格为 $1862.91\text{元}/\text{m}^2$ ，陶瓷板太阳能供暖系统的建设价格指标为 $280\text{元}/\text{m}^2$ 。陶瓷太阳能建筑整体的建设价格为 $2142.91\text{元}/\text{m}^2$ ，具备较好的经济性和可行性。

## 7 陶瓷太阳能办公楼取暖与制冷

黑瓷老人办公楼三层共3600平方米，其窗户为塑钢双玻窗两层，并铺设墙体保温（80mm厚B1级聚氨酯保温板）及地暖，节能标准达到75%以上，使用陶瓷太阳能进行取暖。

在夏季，利用厂房及办公楼4000平方米集热器产生350吨 $80^\circ\text{C}$ 以上热水进行溴化锂机组制冷，充分利用夏季太阳能的热量，减少电力制冷的能源消耗。



## 科研成果

Scientific and technological achievements



陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告



图7.1 陶瓷太阳能办公楼取暖与制冷



图8.1 陶瓷太阳能厂房取暖

## 8 陶瓷太阳能厂房取暖

厂房为钢结构（2400平方米/栋）。其窗户为塑钢双玻窗两层，并铺设地暖（通道不做地暖）。（如图8.1）

厂房的保温层采用镀锌钢板0.6mm复合岩棉保温板，岩棉厚度150mm、容重120，无冷桥结构。

冬季室外-8℃，车间内不低于14-15℃。

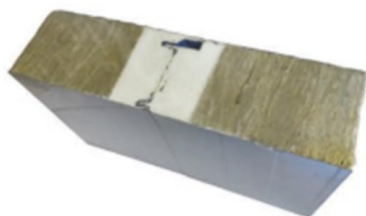


图8.2 聚氨酯封边岩棉板



图9.2 建筑物阳台栏板陶瓷太阳能热水器检测报告

## 9 建筑物阳台栏板陶瓷太阳能热水系统产品

阳台栏板陶瓷太阳能热水器属于分离式双回路太阳能热水器，由陶瓷太阳能集热器和水箱组成，是一款真正与建筑一体化的产品。（如图9.1）

集热器垂直90°安装，作为建筑构件，可以取代阳台二次结构的围护墙，该围护墙面积约2.5平方米，可节省约800-1000元的建筑和装修费用。

## 科研成果

Scientific and technological achievements

陶瓷太阳能建筑示范房技术分析报告



图9.1 建筑物阳台栏板陶瓷太阳能热水器

集热器在室内就能对其进行维修，利用后置组装方法，通过在室内直接拆卸集热器盖板完成维护。

集热器寿命达到50年以上，作为建筑物构件与建筑同寿命，这是传统平板集热器根本做不到的！

作为真正能实现建筑一体化的太阳能产品，我公司在国家级权威检测机构“国家太阳能热水器质量监督检验中心（北京）”对产品的“能源效率”、“热性能”，在“国家建筑工程质量监督检测中心”对产品“建筑一体化的太阳能建筑构件”的各要求参数性能分别进行了检测，检测结果均超出或符合国家标准。

能源效率”包括：能效系数、日有用得热量、热损因数三项参数；“建筑一体化的太阳能建筑构件”参数性能包括：抗水平荷载、抗垂直荷载、抗软重物撞击、抗硬物撞击、抗风压性能、气密性能、水密性能等七项参数。



表10.1 贴附式陶瓷太阳能热水器及检测报告

## 10 贴附式陶瓷太阳能热水系统

贴附式陶瓷太阳能热水器（如图10.1）作为阳台栏板陶瓷太阳能热水器的补充产品，这种热水器的吸热板芯与阳台栏板陶瓷太阳能集热器的吸热板芯完全相同，只是改变了一下安装方法，它也是垂直90°安装，贴附在建筑物南墙面外，性能与阳台栏板集热器相同。