

北京市门头沟地区

太阳能采暖示范项目

调研报告

中国可再生能源学会热利用专业委员会
中国可再生能源学会太阳能建筑专业委员会
北京市新能源与可再生能源协会
国际铜业协会（中国及东南亚）

2010年01月

目 录

一、 执行总结.....	2
二、 调研地点及内容介绍	4
三、 调研目的.....	4
四、 住宅基本情况	4
五、 太阳能采暖/热水系统运行状况及效果	5
六、 存在的问题.....	13
七、 改进建议.....	14

一、 执行总结

本次调研共进行了 11 户的太阳能采暖示范工程，共走访 8 户，3 户未进行现场调研；走访的 8 户住宅中，其中 2 户因无人，未了解到运行状况。实际有效调研户数为 6 户，由本次走访调研可以得出如下结论和建议：

1. 门头沟地区的太阳能采暖示范建设的模式为：采用对农村既有住宅建筑进行节能改造并加装太阳能供暖系统，这种改造建设的模式适宜农村民居住宅的节能改造，对其他区县的新农村建设有一定的指导意义。

2. 目前门头沟区太阳能采暖示范工程集热器多采用全玻璃真空管型太阳能集热器（本次调研仅 1 户采用平板型太阳能集热器）；

3. 从实际使用效果看，平板型太阳能集热器优于全玻璃真空管型太阳能集热器；

4. 从集热器与建筑配比面积上，门头沟地区示范点集热器配比面积相比北京市其他区县要高一些，基本配比在 1: 3-1: 4（集热器面积与建筑面积的比值）。

针对以上调研情况，对太阳能采暖项目提出以下几点建议：

1. 统一建筑节能改造标准

太阳能采暖效果能否明显，建筑本体围护结构热工性能是至关重要的影响因素。在走访中也能够了解到，墙体与地面的保温性能良好的住户，在辅助能源耗能量以及室内舒适度方面都比保温性能一般的住户有较大的优势。在今后的建设工作中，针对既有建筑墙体节能保温改造，应制订统一的改造标准。

2. 设备类型的选择

根据示范工程的使用情况及各类集热器的性能、使用维护状况对比，在太阳能系统设备的选择上，应优先选用结构简单、使用寿命长、维修率低的平板型太阳能集热器。

3. 系统的设计

（1）系统设计必须考虑全年太阳能综合利用率，保证非采暖季的生活热水

供应量及水质；

(2) 设备间应尽可能设置在室内，采用排空等较为可靠的防冻方式，以避免系统管线及设备受冻损坏，保证系统正常运行。

(3) 太阳能集热器的安装倾角应尽可能的按 50 度考虑。这样既可提高冬季集热器效率，又可部分解决非采暖季热量过剩问题。

(4) 采暖系统末端应优先选择地板辐射、风机盘管等低温采暖形式，采用散热器时，应相应增加散热器数量，以保证太阳能集热系统的效果。

(5) 住宅采暖应考虑各个房间温度的需求不同，采取不同供水温度的方式，以降低总造价和降低集热面积与建筑面积的配比。

4. 加强太阳能采暖、节能改造的宣传工作

相关部门应加强对节能改造及太阳能采暖技术的宣传工作，使农民能对太阳能采暖有真实、准确性的认识；

5. 加强设计方案的评审、施工质量及后期服务的监管工作

施工前，应组织技术力量对系统方案进行评估，保证系统的合理性，选择有设计及施工经验单位伍合作；同时，应加强对于各施工企业施工过程质量的控制及后期服务的统一监管，以保证施工质量，保证设备、系统正常、稳定的运行，使太阳能采暖系统真正服务于用户。

二、 调研地点及内容介绍

近年来，农村住宅太阳能采暖技术作为新农村新民居建设重要内容之一，在北京市多个区县得到了大量的示范及应用推广。门头沟区科学技术委员会作为门头沟地区太阳能采暖技术的推广单位，近三年来在门头沟区进行了既有民宅节能改造技术的示范，即在原有砖混住宅的基础上，对建筑外围护结构作保温处理，并安装太阳能采暖/热水系统，太阳能采暖/热水系统与用户原有采暖炉相结合，满足用户冬季采暖及全年生活热水的需求。截止到 2009 年，先后选取了王平镇、下清水镇、斋堂镇、雁翅镇、妙峰山镇等 5 个乡镇共 11 户居民的住宅进行了维护结构的节能改造及太阳能采暖系统的安装。

为了对门头沟地区太阳能采暖示范工程的效果进行分析，取得第一手数据资料，2010 年 1 月 13 日，中国可再生能源学会热利用专委会、中国可再生能源学会太阳能建筑专委会及北京市新能源与可再生能源协会组织技术人员一行 7 人对该区示范工程进行了现场走访及调研。内容包括：当地民宅形式考察、太阳能采暖系统运行状况及效果等。

三、 调研目的

(1) 了解门头沟地区农村住宅基本形式，重点是围护结构改造方案及采暖方式。

(2) 考察当地居民生活、采暖用能方式及耗能量，为改善居民室内热环境和降低能耗提供依据。

(3) 了解太阳能采暖示范工程在当地的使用情况。

四、 住宅基本情况

示范户的住宅形式均为砖混结构平房，坡屋面，室内设有吊顶，面积多在 60-110m²。各户在进行太阳能采暖改造的同时，对住宅的围护结构进行了相应改进，改进的内容主要包括建筑外窗由普通单层门窗换为塑钢中空玻璃门窗、室内

吊顶增加岩棉或聚苯保温、地面改造增设低温辐射地板采暖系统以及墙体外墙增加聚苯保温等，使得房屋的热工性能有了一定改善，当地住宅南向开窗面积大，但北向、东向、西向基本无开窗。

示范户的建筑物围护结构情况见表 1。

表 1：示范户住宅围护结构基本情况

结构类型		结构做法
墙体	南	240 或 370 粘土实心砖砌筑+水泥砂浆+白色面砖（部分）
	东	240 或 370 粘土实心砖砌筑+50mm 聚苯保温层+水泥砂浆
	西	
	北	
屋面		小青瓦/机制瓦坡屋面，石膏吊顶上附有聚苯板保温或岩棉保温
外窗	南	3mm 双层玻璃塑钢推拉窗
	北	基本无开窗
	东	
	西	
一层地面		瓷砖+水泥砂浆+加热管+聚苯板保温层+混凝土找平+夯土

示范户的太阳能安装情况见表 2。

表 2：示范户住宅太阳能集热器面积配置情况

序号	建设地点	建筑面积	集热器类型	集热面积	水箱、泵位置
1	色树坟新村 15 号	60 m ²	全玻璃真空管型太阳能集热器	18 m ²	室外
2	色树坟新村 29 号	90 m ²	全玻璃真空管型太阳能集热器	24 m ²	室外
3	下清水村西北街 55 号	40 m ²	全玻璃真空管型太阳能集热器	15 m ²	室内
4	斋堂镇军响村	110 m ²	全玻璃真空管型太阳能集热器	40 m ²	室内
5	雁翅镇公路北 156 号	60 m ²	全玻璃真空管型太阳能集热器	18 m ²	室外
6	妙峰山担礼村大街 32 号	90 m ²	平板型太阳能集热器	26 m ²	室内

五、 太阳能采暖/热水系统运行状况及效果

5.1 王平镇色树坟新村 29 号

5.1.1 改造情况

建筑面积约 90 m²，2007 年进行节能改造，采用 50mm 聚苯板对建筑物三面外墙(南墙除外)及屋面进行保温。安装全玻璃真空管型太阳能集热器约 24m² (4 组横插管，每组 56 支，每组轮廓面积 6m²)，太阳能集热面积与建筑面积的配比为：1：3.75；系统末端为地板辐射采暖及散热器两种形式，辅助热源为燃煤锅炉，水箱容积约为 600L，水箱内采用盘管换热供应生活热水。

5.1.2 使用状况

据用户介绍，房屋进行节能改造并加装太阳能后，在采暖初期，基本不生锅炉，靠太阳能采暖系统维持房间 10 度；12 月中旬后，天气状态不佳，基本采用燃煤锅炉配暖气片的形式向房屋供暖，太阳能供暖系统效果不显著。改造后，用户一冬用煤约为 2t 左右。

由于该房屋的围护结构进行过改造，使得住宅的保温性能有一定改善。走访当日，供暖循环泵未达到运行条件，太阳能系统无法供暖，完全采用燃煤锅炉配暖气片的方式满足建筑物供暖。经测试（上午 10：00 点），室外温度为-7.4℃，室内温度为 12.4℃，相对湿度 33%，热舒适度 PMV 值为-1.37。

5.1.3 系统存在的问题

(1) 太阳采暖系统采用的运行模式为：采暖循环泵在室内温度低于设定值且储热水箱温度高于 35℃的条件下启动；当天气状况不好时，水箱温度无法达到设定值；同时，由于水箱设置在室外，夜间散热损失较大，使太阳能系统效率过低，造成水箱的温度也很难达到供暖系统运行要求。

(2) 由于水箱以及循环泵设置在室外，在今冬室外气温过低的情况下，已造成循环泵冻坏，导致地板采暖无法使用。

(3) 全玻璃真空管有一定的损坏量，更换不方便。



安装在室外的水箱



屋面的太阳能集热器

5.2 王平镇色树坟新村 15 号

5.2.1 改造情况

建筑面积约 60m²，据用户介绍，建筑物于 07 年实施了节能改造，采用聚苯板对建筑物三面外墙（南墙除外）及屋面进行保温。安装全玻璃真空管型太阳能集热器约 18m²（3 组横插管，每组 56 支，每组总面积 6m²），太阳能集热面积与建筑面积的配比为：1：3.33；系统末端为地板辐射采暖及散热器两种形式，辅助热源为燃煤锅炉，水箱容积约为 600L，设计未提供生活热水。

5.2.2 使用状况

走访当日，太阳能未达到运行条件，太阳能系统无法供暖，完全采用燃煤锅炉满足建筑物供暖。经测试（上午 11：00 点），室外温度为-7.4℃，室内温度 15.6℃，相对湿度 36%，热舒适度 PMV 值为-0.77。走访当日，供暖循环泵未达到运行条件，太阳能系统无法供暖。据用户反映，该住户完成太阳能采暖系统安装以及建筑围护结构改造后，与往年相比，使用煤炉采暖时间可减少一个月，降低了燃煤耗量。

在室内热舒适度方面，改造前室内温度只有 8℃左右，而现在可以达到 15℃，可见围护结构的改善和太阳能采暖系统的安装对该户住宅的能耗和室内舒适度均有较大幅度的提升。

5.2.3 系统存在的问题

由于该户与王平镇色树坟新村 29 号属同一厂家设计安装，因此，其他使用状况及存在的问题与 29 号住宅基本相同。



住宅南立面墙



辅助用燃煤锅炉

5.3 清水镇下清水村西北街 55 号

5.3.1 改造情况

2008 年末 2009 年初期间进行改造，建筑物面积 40m^2 ，四面墙均增加 50mm 聚苯板外保温，安装全玻璃真空管型太阳能集热器约 15m^2 ；（5 组竖插管，每组 25 支，每组总面积约 3.0m^2 ），太阳能集热面积与建筑面积的配比约为：1：2.7。系统末端为地板辐射采暖形式，辅助热源为燃煤锅炉，水箱约为 1t 容量，设计采用水箱内盘管换热供应生活热水。

5.3.2 使用状况

走访当日（时间为 13 点），室内温度 15.9°C ，相对湿度 30.9%，热舒适度 PMV 值为 -1.21。测试时太阳能系统与辅助热源同时工作。

据用户反映，供暖初期，仅依靠太阳能系统，室内温度一般在 7°C - 8°C 左右；现采用燃煤锅炉进行辅助采暖，室内温度一般维持在 13°C - 14°C ；在该住户家中，居民反映太阳能采暖的效果不太明显，主要还是依靠燃煤，每天要消耗煤约 50kg。



安装集热器后建筑物外观



太阳能供暖水箱

5.3.3 存在的问题

该住宅太阳能采暖系统中水箱容量配置偏大，设备间占用空间过大（约 10 m²）。

5.4 门头沟区军响村示范户

5.4.1 改造情况

建筑面积 110 m²，2009 年初进行节能改造及太阳能系统的安装，仅山墙和屋面进行了保温处理。安装全玻璃真空管型太阳能集热器约 40 m²（8 组横插管，每组 50 支，每组总面积 5m²）。太阳能集热面积与建筑面积的配比约为：1：2.75。末端系统采用地板辐射采暖形式，辅助热源为燃煤锅炉。水箱约为 300L 容量，生活热水取自采暖管路，即利用采暖水洗浴。



安装集热器后建筑物外现



燃煤锅炉

5.4.2 使用状况

从 11 月末开始采用锅炉向采暖系统补充热量进行供暖。系统全天运行，由于今年冬季气温特别低，每天需烧煤 50 公斤左右。

测试时（14 点）太阳能系统与辅助热源同时工作，室内温度 13℃，相对湿度 30.1%，热舒适度 PMV 值为-1.28。

5.4.3 存在的问题

建筑物墙体围护结构节能改造措施不到位。

5.5 门头沟区雁翅公路北 156 号

5.5.1 改造情况

建筑面积 60 平米，安装全玻璃真空管型太阳能集热器：3 组横插管，每组 56 支，每组总面积 6m²，共计 18m²，太阳能集热面积与建筑面积的配比约为：1：3.3。系统采用普通散热器作为供热末端，辅助热源为燃煤锅炉。系统没有提供生活热水的设计，全年均无法使用生活热水。

5.5.2 使用状况

采暖初期仅采用太阳能系统进行供暖，室内温度一般在 8℃-9℃左右；采暖



安装集热器后建筑物外观

室外的太阳能水箱(水泵已拆除)

中期太阳能储热水箱温度达不到采暖循环水泵的启动条件，太阳能系统不能向室内提供热量；由于水箱及系统管线安装在室外，发生过水泵等设备及管路冻损事件，故用户已将系统循环水泵拆掉，储热水箱及系统管线中的水放空，太阳能集热系统完全停止工作。

5.5.3 存在的问题

(1) 系统没有提供生活热水的设计，故春、夏、秋非采暖季太阳能系统无法提供生活热水，造成系统的全年利用率过低。

(2) 采暖末端为普通散热器，须较高的温度方能满足采暖要求，造成太阳能集热效率降低。

(3) 该住户的太阳能采暖系统由于气候寒冷，管道爆裂已无法使用，根本原因在于没有考虑到特殊气候条件下设备的防冻措施。

5.6 妙峰山镇担礼村大街 32 号

5.6.1 改造情况

2009 年初进行节能改造，建筑物面积约 90 m²，改造时外墙体采用 80mm 厚聚苯板保温，屋顶采用 50mm 岩棉进行保温处理。在南墙外有被动式阳光走廊。系统安装平板型太阳能集热器 26m²；（13 块平板型太阳能集热器，每组总面积 2m²），太阳能集热面积与建筑面积的配比约为：1：3.5。末端采用地板辐射采暖形式，辅助热源为燃煤锅炉，水箱约为 300L 容量，生活热水为内胆换热，与采

暖热水分开单独供应。

5.6.2 使用情况

该项示范改造工程对房屋本身的围护结构热工性能进行了较大改善，有效地提升了太阳能利用的效果。据用户反映，系统改造前温度最高仅为 10℃左右，每天耗煤量达 30kg，整个冬季约 3-4 吨煤。安装太阳能采暖系统后，采暖初期依靠太阳能系统进行供暖，室内温度一般在 15℃-16℃左右，基本能满足室内供暖需要；11 月底开始生火，现采用太阳能+锅炉进行采暖，锅炉一直处于封火状态。由于户主很仔细的学习了太阳能采暖系统控制原理，并认真操作，使得室内舒适度较高，气温维持在 16-18℃，而每天采暖辅助耗煤量为 10-15kg。



安装集热器后建筑物外观



太阳能水箱

走访当日（15 点 30 分）测试：室内温度 16.1℃，相对湿度 26.7%，热舒适度 PMV 值为-1.25。测试时太阳能系统工作，集热器出口水温 42℃，水箱温度为 40℃。

5.6.3 存在的问题

集热器安装为坡屋面悬挂形式，安装倾角偏小，影响了集热系统的冬季集热效率。

5.7 基本情况小结

门头沟科学技术委员会共进行了 11 户的太阳能采暖示范工程，本次共走访 8 户，3 户未进行现场调研；走访的 8 户住宅中，其中 2 户因无人，未了解到运

行状况（此 2 户中，一户位于雁翅村，据雁翅公路北 156 号居民反映，该户的太阳能安装与使用状况与雁翅公路北 156 号情况基本相同；另一户为担礼村，安装 24 m²真空管集热器）。实际有效调研户数为 6 户，由本次走访调研可以看出：

（1）门头沟地区的太阳能采暖示范建设的模式为：采用对农村既有住宅建筑进行节能改造并加装太阳能供暖系统，这种改造建设的模式适宜农村民居住宅的节能改造，对其他区县的新农村建设有一定的指导意义。

（2）目前门头沟区太阳能采暖示范工程集热器多采用全玻璃真空管型太阳能集热器（本次调研仅 1 户采用平板型太阳能集热器）；

（3）从实际使用效果看，平板型太阳能集热器优于全玻璃真空管型太阳能集热器；

（4）从集热器与建筑配比面积上，门头沟地区示范点集热器配比面积相比北京市其他区县要高一些，基本配比在 1：3-1：4（集热器面积与建筑面积的比值）。

六、 存在的问题

6.1 节能改造标准

从本次调研显示，太阳能采暖改造示范工程中，对于建筑物的围护结构节能改造未有统一的标准要求，造成实际节能效果不一，部分建筑物耗热量过大，由此造成集热器面积与建筑面积的比值比较大。

6.2 太阳能供热系统设计

6.2.1 设备间位置

部分太阳能储热水箱、系统循环泵设备安装在室外，造成系统散热损失较大，且安全性差，易造成系统或设备的冻损；

6.2.2 生活热水

①部分系统未设计生活热水，造成全年均无法使用生活热水，太阳能集热系统年利用率过低。

②生活热水与采暖循环水合一，不符合生活热水水质要求，存在卫生安全隐患。

6.2.3 系统防冻方式

大部分系统均采用强制循环或电伴热带的方式进行防冻，仅一户采用排空防冻的方式。伴热带防冻方式存在耗能大、系统冬季有可能冻损，造成整个系统瘫痪的缺点。

6.2.4 末端散热设备选择

部分工程末端采暖设备为普通散热器，散热器数量未增加，太阳能集热系统效率低，温度达不到供暖系统要求，供暖效果差。

6.2.5 集热器选择

太阳能集热器选用全玻璃真空管型太阳能集热器，存在炸管、夏季防过热等难以解决的问题；据用户反映，真空管的破损较多，维护工作量较大。

6.3 宣传及配套服务

用户对太阳能采暖系统认识较少，工程在竣工后资料移交不全，多数住户在设备安装后便不再对其进行自控方面的调节，使得采暖系统没有发挥其最大的功效，且由于缺乏管理维护，系统大都存在损坏的情况，且部分厂家服务工作未能及时到位。

七、 改进建议

针对以上调研情况，对太阳能采暖项目提出以下几点建议：

7.1 统一建筑节能改造标准

太阳能采暖效果能否明显，建筑本体围护结构热工性能是至关重要的影响因素。在走访中也能够了解到，墙体与地面的保温性能良好的住户，在辅助能源耗能量以及室内舒适度方面都比保温性能一般的住户有较大的优势。在今后的建设工作中，针对既有建筑墙体节能保温改造，应制订统一的改造标准。

7.2 设备类型的选择

根据示范工程的使用情况及各类集热器的性能、使用维护状况对比，在太阳能系统设备的选择上，应优先选用结构简单、使用寿命长、维修率低的平板型太阳能集热器。

7.3 系统的设计

(1) 系统设计必须考虑全年太阳能综合利用率，保证非采暖季的生活热水供应量及水质；

(2) 设备间应尽可能设置在室内，采用排空等较为可靠的防冻方式，以避免系统管线及设备受冻损坏，保证系统正常运行。

(3) 太阳能集热器的安装倾角应尽可能的按 50 度考虑。这样既可提高冬季集热器效率，又可部分解决非采暖季热量过剩问题。

(4) 采暖系统末端应优先选择地板辐射、风机盘管等低温采暖形式，采用散热器时，应相应增加散热器数量，以保证太阳能集热系统的效果。

(5) 住宅采暖应考虑各个房间温度的需求不同，采取不同供水温度的方式，以降低总造价和降低集热面积与建筑面积的配比。

7.4 加强太阳能采暖、节能改造的宣传工作

相关部门应加强对节能改造及太阳能采暖技术的宣传工作，使农民能对太阳能采暖有真实、准确性的认识；

7.5 加强设计方案的评审、施工质量及后期服务的监管工作

施工前，应组织技术力量对系统方案进行评估，保证系统的合理性，选择有设计及施工经验单位合作；同时，应加强对于各施工企业施工过程质量的控制及后期服务的统一监管，以保证施工质量，保证设备、系统正常、稳定的运行，使太阳能采暖系统真正服务于用户。

中国可再生能源学会热利用专业委员会

中国可再生能源学会太阳能建筑专业委员会

北京市新能源与可再生能源协会

国际铜业协会（中国及东南亚）

2010 年 01 月

本报告版权归国际铜业协会、IMSIA国际金属太阳能产业联盟所有。

联系方式：

电话：+86 (10) 68042450

邮箱：imsia2010@126.com

地址：北京市海淀区中关村南大街12号天作国际大厦A座2605-2608室

邮编：100081