

太 阳 房

〔日〕 木村建一 著

陆龙波 译

牛林山 校

内 容 简 介

本书主要介绍太阳房的基础知识。包括各种太阳房的建

究的工程技术人员、建筑设计人员以及高等或中等专业学校
有关师生，更是一本很有适用价值的参考书。

ソーラーハウス入門

木村建一 著

オーム社 1980年

*

太 阳 房

〔日〕木村建一 著

陆龙波 译

牛林山 校

新时代出版社出版 新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 5.75印张 122千字

1986年1月第1版 1986年1月北京第1次印刷

印数：0,001—3,460册

统一书号：15241·68 定价：1.20元

序

目前，在欧美和日本等地人们建造了许多“太阳房”。

一提起“太阳房”，人们就会感觉到这是“明亮之房”、“温暖之家”，而且这些都是由太阳赐给的。不过，我们现在要讨论的对象是最现实的“能源问题”，因此就不能仅仅停留在那种直观的感觉上。换句话说，我们应该从能源问题的角度去理解“太阳房”的含义，即通过太阳能的有效利用，尽量减少居住所需的电、石油和煤气的消耗量，同时又保证生活舒适，这就是所说的太阳房。

有人会说：“如果是这样，用不着特意叫什么‘太阳房’。哪一座房子还不是一到冬天，就让温暖的阳光从窗户和走廊照射到房子里，这样白天不供暖气都可以。”假若真是这样，那就可以说它很好地利用了太阳能。不过，人们都知道，即使晴天，寒气也将随着夜幕的降临而袭来，到时就迫使你不得不取暖。尤其是寒带，彻夜冷得刺骨，即使在凌晨日出之前，那袭来的凉气也叫人难以忍受。此时此刻，人们才会真正感到“要是能把白天那灿烂的阳光储存起来该多好呀！”“太阳房”虽不能完全实现这种愿望，但在很大的程度上却能予以满足。不言而喻，那就需要采取各种办法并具备各种装置。但无论如何，人们早已认识到，应该巧妙地利用人类在悠久的历史当中已有的知识，想方设法来解决这一问题。

人们还会提出一系列实际应用问题，比如：这些办法究竟是什么？这些装置花费太多了又怎么办？操作麻烦，又不

易掌握，该如何解决？发生故障该怎么处理？制作这些装置要耗费多少能量？这种装置能使用多少年？等等。尤其会首先提出这样一个问题，即“为了利用太阳能，开始制作装置时所花的钱，即使每年能节约数万日元，但究竟多少年后才能收回成本呢？”

本书对上述问题逐个作了解答。作者认为，人们提出这些问题是理所当然的。因为对一种新生事物来说，总会有这样或那样的问题。其实，要判断“太阳房”是否真正能为人类所利用，也应是个要阐述的问题。

作者本人亲自动手设计了“太阳房”，在我们一家居住的八年中，既积累了种种经验，又总结了很多切身体会。同时还吸取了许多前辈、朋友和熟人所提出的宝贵意见。作者曾经到国外旅行，和许多从事太阳能利用研究的先驱和后起之秀进行过座谈，并到现场参观过他们的成果。至于“太阳房”的发展方向，作者很难预测，但作者觉得，最近有必要对此总结一下。现正逢オーム社の几位编辑来约稿，便写了这本书。

本书若能为人类的幸福起点微不足道的作用，那正是作者之初愿。

木村建一

1980年7月于所沢市

目 录

第一章 太阳房	1
1.1 日本的民房都是太阳房	1
1.2 现代生活与能源	4
1.3 绝热的重要性	6
1.4 朝阳的大玻璃窗	10
第二章 太阳房的先驱	12
2.1 柳町第2号太阳房	12
2.2 雷佛太阳房	14
2.3 麻省理工学院第4号太阳房	17
2.4 奥德约太阳房	21
第三章 太阳房的经济性	26
3.1 太阳房经济性的含义	26
3.2 可利用的日照量	27
3.3 适于采暖的日照量	30
3.4 适于供热水的日照量	33
3.5 经济性的评价方法	34
3.6 太阳能采暖的经济性	36
3.7 太阳能采暖和供热水	41
第四章 太阳房的种类	43
4.1 主动式太阳房和被动式太阳房	43
4.2 太阳房的形式	46
4.3 按功能分类	53
第五章 集热	59
5.1 聚光集热器	59

VIII

5.2 平板热水器的原理	62
5.3 选择性吸收面	64
5.4 平板热水器的种类	68
5.5 平板式空气集热器	72
5.6 集热面积	75
第六章 蓄热	79
6.1 蓄热水箱	79
6.2 蓄热水箱的形式	81
6.3 碎石蓄热槽	84
6.4 长期蓄热	87
6.5 潜热蓄热	91
第七章 太阳能供热水	96
7.1 太阳能热水器	96
7.2 太阳能供热水系统	98
7.3 防冻措施	103
第八章 太阳能采暖	106
8.1 南窗和温室	106
8.2 太阳能热水直接采暖系统	112
8.3 空气式太阳能直接采暖系统	117
8.4 太阳能热泵采暖系统	119
第九章 太阳能空调	126
9.1 太阳能空调的原理	126
9.2 太阳能吸收式空调系统	128
9.3 系统工作程序	131
9.4 太阳能空调的能量评价	132
9.5 太阳能空调的种种试验	135
9.6 太阳能空调的经济性	138
9.7 开放式空调和除湿	139
第十章 有关太阳房的几个问题	145

10.1	太阳房的安全性	145
10.2	太阳集热系统的事故	147
10.3	太阳房的耐用性	150
10.4	太阳房的维护和管理	153
10.5	过热问题	157
10.6	生产投入能量的回收	159
10.7	居住太阳房的感受	162
第十一章 太阳房与能源问题		165
参考文献		168
参考书		174

第一章 太阳房

1.1 日本的民房都是太阳房●

自古以来，日本传统的木造房屋，都可以叫做太阳房。四十年代末，日本平民住宅的典型特色就是“走廊里充满着阳光”。这些房屋虽然还不能特地称作太阳房，但从这里可以看到，我们的祖先在建造住宅的过程中，自然而然地体验到了利用太阳能的必要性。

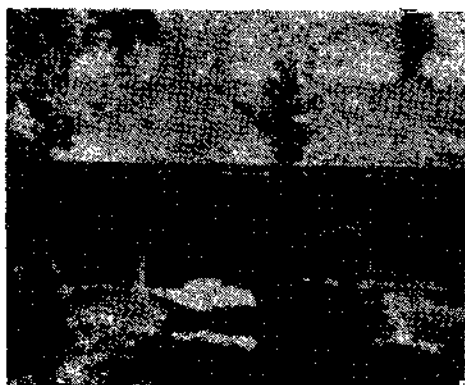


图1.1 留有阳光充足庭院的一家民房（松本市）

“太阳房”一词最早使用于美国。有一次，芝加哥报纸把一家装有玻璃的房子称作“太阳房”作过报导，这便是“太

● 指日本传统的平民住宅，中国的民房也均可称为太阳房。——译者

“阳房”这一名词的由来^[3]。这样看来，过去在欧美似乎并未有意识地考虑让阳光照射到房子里。从历史上看，欧洲传统的住房大都是石造的，后来又建砖砌的。因此，其窗户样子必然是纵长横短的长方形，而不是横向较宽的长方形。不过，日本的房屋人多是以立柱和横梁组成骨架的方式建造的，因而在向阳面能开大型窗口，让充足的阳光照进屋内，同时使屋内空气流通。这样就给人一种屋内与庭院在空间上形成一体的感觉。换句话说，日本的房屋是开放式的、它与自然密切相连；西欧的住房是封闭式的、它能避开大自然的威胁。



图1.2 法国南部阿卢尔市的民房街巷

因此，在这些封闭式的住房中出现具有大面积玻璃的建筑物就叫做太阳房，这是不难理解的。但对日本人来说，这便是一件极为平常的事，没有什么特殊的意义。

另一方面，日本的开放式住房也有缺点。比如，白天好不容易得到的太阳热能，一到晚上，很快就会散失到屋外去了。也就是说，日本的开放式民房，其隔热性能普遍不好，因为使用的是轻型建筑材料，因此，不能把太阳能储存在屋内。由此可见，将收集的热量积累起来，即通常所谓的“蓄热”，对太阳房来说，是一个非常重要的功能。

不过，日本的住房也并不是完全没有隔热及蓄热的功能。



图1.3 盔帽式民房（山形県朝日村田麦俣）



图1.4 北原白秋出生的房子（柳川市）

比如，厚达50~60厘米的茅草房顶就是很好的隔热层，而且木套板窗虽不够理想，但因它与玻璃之间形成一个空气层，故它也有隔热作用。此外，泥土墙和泥土隔墙等也都有蓄热

作用。泥土墙的仓库也一样,它的窗子也小,因此它的热性能与西欧组合式建筑物相仿。人们知道,夏天进入这种泥土墙的仓库时,感到很凉爽。

房顶铺瓦和房顶里面有足够的空间,也是防止夏天强烈日晒的一种措施。鎌仓时代兼好法师书写过一句名言:“盖房旨在渡夏日,冬月何愁无处栖”^[2],由此可知,日本关东以南的气候,冬虽寒冷,但夏季的炎热更令人难熬。这样,我们的祖先便就地取材,巧妙地适应自然环境来建造房屋。因此,传统的房子实际上就是这种辛勤努力的结晶。而这种传统的房子又自然而然地增添了地区性的色彩。

1.2 现代生活与能源

对日本普通家庭来说,为房子采暖和提供热水所消耗的能量约占全年消耗能量的70%(表1.1)。这是战后欧美文化的交流所致,所以,也可以看作是生活水平提高的一种表现。比如,住房从开敞式变为封闭式,而与自然相连的生活意识变得淡薄了。不过,采暖会使日本人的平均寿命延长到与欧美相当;家用电器的普及也会使家务劳动的负担骤减,因为把生活的兴趣转向外面,而使用汽车和电车的机会在日益增加。总之,由于大家都追求舒适和方便,结果出现了大量消耗能量的社会性通病。与追求丰富生活相反的倾向也在各地萌芽,不过,不管人们喜欢哪种生活,社会的趋势仍朝追求舒适和方便的方向迅猛发展。

但是,在日常生活中直接意识到能源问题的人却很少。大家都认为能源是天赐的,值得感谢的是电冰箱、空调机、澡盆和热水龙头,看不到其背后的某种能源消耗。因而往往抱怨把钱花费在看不见的能源上。只是在此时此刻才开始意

表1.1 住房全年能量消耗统计表
(单位 10亿卡/年·户)⁻³

住房种类	占地面积 (米 ²)	供热水①	暖气	合计	调查种类
非木造独立住房	130~130	5.1	9.8	26.4	综合1972~ 1977年各种文献 调查结果
木造独立住房	70~90	4.0	4.7	12.0	
非木造集中住房(私营)	35~45	3.9	2.9	7.6	
非木造集中住房(公营)	35~45	3.0	2.1	6.4	
木造集中住房	18~23	0.8	0.9	3.3	
店铺并用住房	80~100	3.3	3.9	10.3	1979年实地调 查结果
独立住房		4.8	3.8	13.9	

① 以四口人家为为例。

识到了能源的问题。

现举例说明采暖就必须消耗能源。日本冬天也很寒冷，一到冬天，谁都会想到应该想方设法取暖。当前，中心热站虽普及，但只占日本住房总户数的2~3%。大多数家庭仍依靠煤油炉取暖。尽管知道这对有小孩的家庭存在危险，也知道烧煤油会污染室内的空气，但多数家庭还是这样过冬。不过，变暖了的热空气会立刻上升而跑掉，因此不管烧多少煤油，脚下却仍是冷冰冰的。缝隙满多的窗户、无保温能力的墙壁和顶棚等，也都会把采得的热量很快散往屋外，这好比往竹篓里灌水，因此，从浪费能量的角度来说，它还不如不使用为好。但是，有的人还强辩说什么煤油涨价，收入也会提高，去年已经这样过去了，今年也能过得去。

其实，他们从心里也会这样想：我们也应该尽快脱离这种慢性中毒状态吧。无论煤油价格上涨多少，很显然绝不会找到比煤油炉更便宜的一种取暖方法，然而，也不能因此而

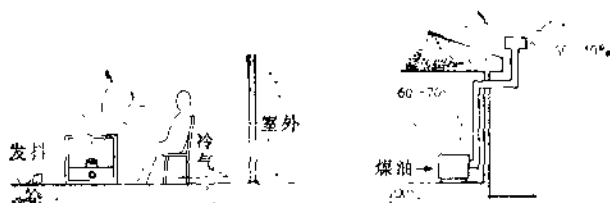


图1.5 开放式与密封式煤油炉热效率比较示意图

使用室内的氧气燃烧，就得部分通风换气。换气，就会因暖空气的排出而损失热量。密闭式的炉因使用室外空气燃烧，故室内无生。假若考虑并换气，那么，其热效率与开放式并无差别。

说煤油炉是最经济的。这是因为所谓煤油炉的经济性，是靠牺牲安全和健康而换来的。如果把发生意外所造成的损失也计算在内，那么，煤油炉的价格，就会意外地高得多。此外，石油是制造塑料产品的贵重工业原料，直接把石油烧掉是太可惜了。因此，仅仅以燃料的单价来评价能量的经济性是错误的。由此可见，自然界的太阳能，由于具有安全、卫生、无偿使用以及取之不尽等优点，因此，人们想方设法很好地把它利用起来，这是不言而喻的事。

1.3 绝热的重要性

如前所述，给非绝热的房屋供暖就如同把水倒进竹篓里一样。在漏水少的容器中只需补充很少的水就行。这里把容器比喻为房屋、水比喻为能源，而且认为容器里水面的高度与室内的温度相对应。换言之，如果要使容器中水面处在固定的位置，那么注入的水量必须与漏掉的水量相等。显然，小孔容器漏掉的水比竹篓漏掉的少，因此，要保持同样水面高度就必须往竹篓里补充很多水。房屋供暖的情况也一样，

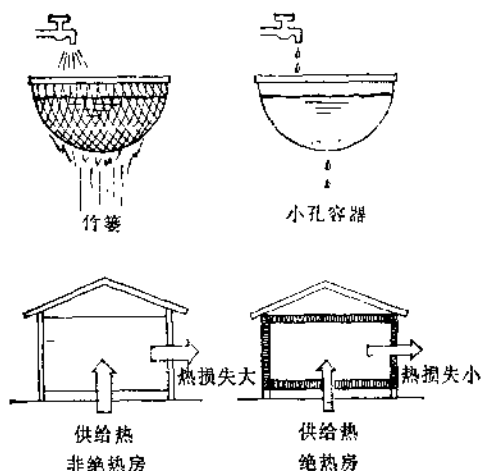


图1.6 水漏子和热损失

绝热的房屋与非绝热的房屋相比，由于损失的热量不多，因此要保持同样的室温，供给少量的热量也就可以了。另外，由于认为室温相当于水面的高度，因此，若供给同样的水量，那竹篓里的水位下降就要快些。同样，非绝热的房子供给同样的热量时，其室温会很快降下来。

对木造的墙壁来说，绝热的方法可以很简单。把玻璃棉、石棉等绝热材料填入墙壁表面和内表面装饰材之间的空隙里来解决就行。天花板也可以在其上面敷以绝热的材料。地板也一样，这是因为室外空气从一层地板下面流过并带走热量，所以希望它能绝热。解决的办法虽然稍为麻烦些，但把网状东西垫在绝热材料的下方并用钉子钉住就行。另外，防止缝隙来的风也很重要，近年来，铝制窗框的普遍采用，结果缝隙风越来越少了。不过，防止缝隙风的关键在于正门和便门。

尤其是这两门的下边缝隙较大，每逢开、关门时，冷气就随之进入，因此务必在门厅和便门处设个前屋，在房门口儿和走廊的分界处也希望设一扇门。假若这样做的话，那么入口处所造成的热损失就相当少。

绝热效果最大的是窗户，当把窗户的玻璃装成两层时，取得的效果很理想。糊纸拉门也行，但纸破之后就不好了。如果使用糊纸拉门的话，那么，门框和柱子之间要弄得没有缝隙，以便紧紧地相贴合，或者最好在柱上开有称作“门押缝企口”的沟槽(图1.7)，将拉门门框的一部分嵌入槽里。窗帘如果是用厚料做的，那也有绝热作用，尤其在其下部存在缝隙时，冷空气就从窗帘的下面进入渗到脚底下来。实际上，很难做到上下左右的交接处都没有缝隙。尽管木套板窗关闭之后，其接口处还会有缝隙，然而，比窗帘的绝热效果要好。近来，铝制窗框气密性很好，就玻璃而言，即使雨水直接冲刷也很结实，因此，木套板窗仅仅起到防止坏人进入的作用。要是那样的话，设计在玻璃窗的里侧装上绝热材料的办法就容易做到玻璃窗能够开关方便、没有间隙，而且绝热效果更好。因此，最好进一步普及这种绝热窗户(图1.8)。尽管如此，白天也希望有双层玻璃。原因是有意地朝向阳窗户吸收进来的天然的太阳热能，若只有一层玻璃，那就很容易散失到外面去。

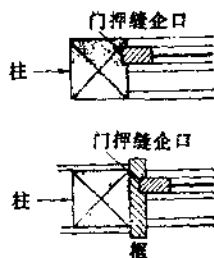


图1.7 门押缝企口

因为墙壁、顶棚、地板的绝热工程占用建筑总工费的1%，所以最近的标准住房当中加进绝热材料一事已成为常识性的工作。同时，又因为从外部看不见绝热材料，所以希望很好

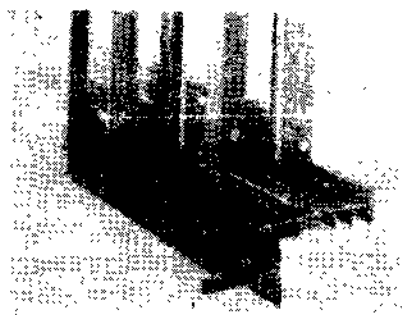


图1.8 隔音绝热窗框的横截面⁽⁴⁾

地注意，不得偷工减料。若不仔细装填使之没有缝隙，那么，效果就会减半。双层窗户有将两层玻璃镶入一个窗框内和各装一块玻璃的的两种形式。虽然两种形式的价格相差不多，但若按前一种方式大量生产就会更加便宜。不过，应该注意的是，对于前一种方式，两块玻璃镶在一个窗框上，将存在热量由铝制窗框本身很快散失之虑。在北欧，混凝土式建筑多采用木制窗框，这大概是为了减轻窗框本身所造成的热损失。窗户的绝热设施虽然比墙壁的绝热所需费用要高，但其效果却比墙壁要好，因此，人们希望将来的住房务必都要装上双层窗户。这比安装太阳能集热器要便宜，“堵塞竹筴眼”的效果也很显著。

这样一来，我们认识到绝热非常重要，也可以说这是利用太阳能的前提。首先由绝热把所需能量减到最低限度之后，接着应该制订计划，以便安装太阳热设备。绝热比安装太阳热设备效果还大。大体说来，绝热房屋与非绝热房屋相比，暖房所需能量只是非绝热房的一半。如果这一半能量中的 $\frac{2}{3}$ 由太阳热供给的话，那么用非绝热房屋的 $\frac{1}{6}$ 能量就能获得

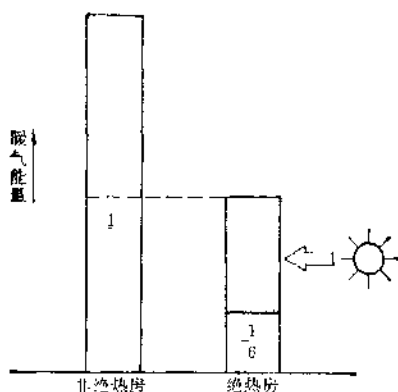


图1.9 绝热房与非绝热房所需能量比较示意图

同样的暖房效果(图1.9)。因此这样的暖房就不难解决了。

1.4 朝阳的大玻璃窗

把房屋搞得相当绝热，同时使灿烂的阳光通过朝阳的大玻璃窗照射到屋里来，这就是需要取暖的地区建造太阳房的主要原则。虽然在玻璃窗上也有必要装上木套板窗或绝热窗，但是，白天却不能关上这两种窗门。所以必须把玻璃窗建成绝热性能高的结构，从而使很不容易收集到的太阳能不被散失掉。由于南间比北间温度要高，因此，南窗口的绝热比北窗口的绝热更为重要。就绝热而言，在本州南窗也希望做成两层的。不过，应该注意夏天不得过热。这可通过南窗口上方伸出的房檐和加强夜间通风来解决。

即使在冬季晴朗的白天，南间也会有些过热。尤其日晒好的南间，温度可达25~30℃，因此，打开窗户来散热降温就很可惜了。冬天南间的日照较强，若只为白天取暖，那么，