

# 住宅节能概论

[日本]真 锅 恒 博 著  
马俊 刘荣原 译

中国建筑工程出版社

本书是一部综合阐述建筑节能问题的专业科普读物。它以住宅为主要对象，从“建筑构造设计学”的观点出发，对于建筑物的生产过程、运转过程和使用过程中的节能原理和方法，从定性方面作了全面系统的介绍，其中包括建筑设备（空调、照明、通风换气、供水）的节能问题。

全书共分十章，即住宅与节能、生产过程的节能原理、运转过程的节能原理、节能方法的体系化、空调设备和热交换节能、空调设备与通风和送风的节能、照明设备的节能、其他设备的节能、建筑方法以外的节能方法以及节能方法的实践。

本书的特点是深入浅出、通俗易懂，插图丰富而富有情趣，图文配合紧密，是一本适应面较广的普及读物。对于建筑设计人员、建筑管理干部、建筑节能科技人员、土建院校师生以及广大建筑用户都有参考价值。

省エネルギー住宅の考元方相模書房

真鍋恒博 著

東京，1982年

## 住宅节能概论

真鍋恒博 著

马俊 刘荣原 译

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市平谷县大华山印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：7<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 字数：173千字

1987年3月第一版 1987年3月第一次印刷

印数：1—7,450册 定价：1.25元

统一书号：15040·5154

## 序

“节能”这个概念，在建筑领域中也正在建立。1973年的石油危机之后，虽说节能活动在各个领域中已扎扎实实地搞起来了，但在社会上，还常常为人们所忽视。日本的建筑界与欧美等节能先进国家相比，虽然还有些落后，但近来已经开始注意这个问题。开展了提高材料的保温性能、制订保温标准以及利用太阳能的设备系统（即太阳房）等方面的研究工作。

然而，只用保温材料和太阳房还不能算是节能的全部方法。即使不是特意为了节能而节能，也应尽量地少用能，并得到良好的环境条件，这才是建筑物所应有的最基本的性能。由此说来，除上述节能方法之外，一定还会有各式各样的其他节能方法。就节能的方法来说，在以“分论”的形式阐述保温材料和太阳房之前，本来应该先有一个“总论”<sup>①</sup>，以便让读者系统地掌握住能够考虑到的所有的节能方法。

但是，如果只是列举出各种各样的事实和罗列其特性，这样的文章不仅构不成学问，也没有实用价值。为了比较相互之间在性能上的相似性与差别，必须把这些事实加以抽象化，确立共同使用的方法，也就是要有一个相当于文字或标准的东西，把各种各样的物质或状态表现出来，并加以比

---

① 本书没有“总论”一章，从本书前后意思理解，这里“总论”是指：本书即是一本总论性质的综述。——译者注。

较。这一点在设计建筑时也是一样，建筑设计上的方法有无穷无尽的变化，可以把其中共同存在的原理和原则提取出来，以便相互之间进行比较并应用到设计中去，这就是“构造设计学”的考虑方法。

建筑的种类很多，但住宅在建筑当中，是具有最基本功能的建筑。本书首先以住宅为对象，从构造设计学的立场出发，试论住宅设计中的节能方法。但不想单纯地罗列这些方法，而是尽量地多列举一些在原理上有可能实现的节能方法，并系统地把这些方法整理出来。

# 目 录

## 序

|     |                          |    |
|-----|--------------------------|----|
| 第一章 | 住宅与节能 .....              | 1  |
| 1-1 | 健康的建筑 .....              | 1  |
| 1-2 | 资源的利用 .....              | 5  |
| 1-3 | 节能和居住条件 .....            | 7  |
| 1-4 | 保温标准和太阳房 .....           | 8  |
| 1-5 | 建筑的方法和设备的方法 .....        | 12 |
| 1-6 | 节能效果 .....               | 16 |
| 第二章 | 生产过程的节能原理 .....          | 21 |
| 2-1 | 生产过程的耗能 .....            | 21 |
| 2-2 | 原理A—减少单位构件量的平均生产用能 ..... | 23 |
| 2-3 | 原理B—减少构件用量 .....         | 24 |
| 2-4 | 原理C—延长使用年限 .....         | 30 |
| 第三章 | 运转过程的节能原理 .....          | 35 |
| 3-1 | 运转过程的能耗 .....            | 35 |
| 3-2 | 原理I—减轻作用因素造成的负荷作用 .....  | 39 |
| 3-3 | 原理II—利用设备以外产生的作用因素 ..... | 42 |
| 3-4 | 原理III—提高设备的运转效率 .....    | 46 |
| 3-5 | 原理IV—利用代替能源 .....        | 50 |
| 3-6 | 原理V—降低要求水平 .....         | 56 |
| 第四章 | 节能方法的体系化 .....           | 61 |
| 4-1 | 节能方法体系化的考虑方法 .....       | 61 |
| 4-2 | 节能的设备 .....              | 65 |

|            |                                  |            |
|------------|----------------------------------|------------|
| 4-3        | 节能的构法原理 .....                    | 67         |
| 4-4        | 构法的准则 .....                      | 68         |
| 4-5        | 节能方法的体系化和现实的构法 .....             | 72         |
| <b>第五章</b> | <b>空调设备和热交换节能 .....</b>          | <b>75</b>  |
| 5-1        | 暖通空调的节能原理 I 和 II .....           | 75         |
| 5-2        | 热源和热的传入途径 .....                  | 75         |
| 5-3        | 热的传入方法及其条件 .....                 | 79         |
| 5-4        | 采暖特性和原理 I 与 II .....             | 84         |
| 5-5        | 采暖的节能方法 (原理 I 和 II) .....        | 88         |
|            | (1)促进辐射热进入室内 .....               | 88         |
|            | (2)抑制辐射热损失 .....                 | 93         |
|            | (3)抑制导热热损失 .....                 | 97         |
|            | (4)抑制对流热损失 .....                 | 102        |
|            | (5)蓄热效果的利用 .....                 | 106        |
|            | (6)对条件变化的适应 .....                | 110        |
| 5-6        | 制冷的特性和原理 I 与 II .....            | 119        |
| 5-7        | 制冷的节能方法 (原理 I 和 II) .....        | 124        |
|            | (1)抑制辐射热进入室内 .....               | 121        |
|            | (2)抑制导热传热进入室内 .....              | 130        |
|            | (3)抑制对流热进入室内 .....               | 132        |
|            | (4)促进辐射热从室内散失 .....              | 133        |
|            | (5)促进导热散热 .....                  | 136        |
|            | (6)促进对流散热 .....                  | 137        |
|            | (7)抑制在室内产生热及促进热吸收 .....          | 145        |
|            | (8)蓄热效果的利用 .....                 | 148        |
| 5-8        | 暖通空调的节能和原理 III “提高设备的运转效率” ..... | 150        |
| 5-9        | 暖通空调的节能和原理 IV “替代能源的利用” .....    | 153        |
| 5-10       | 暖通空调的节能和原理 V “要求标准的降低” .....     | 157        |
| <b>第六章</b> | <b>空调设备与通风和送风的节能 .....</b>       | <b>162</b> |

|     |                   |     |
|-----|-------------------|-----|
| 6-1 | 通风和送风设备的功能        | 162 |
| 6-2 | 通风的节能原理           | 165 |
| 6-3 | 通风节能方法和原理 I       | 169 |
|     | (1)控制作用因素的产生      | 169 |
|     | (2)控制作用因素的扩散和气流传播 | 173 |
|     | (3)在传播途径上的消除      | 177 |
|     | (4)稀释             | 178 |
| 6-4 | 通风的节能方法和原理 II     | 181 |
| 第七章 | 照明设备的节能           | 184 |
| 7-1 | 照明设备的功能           | 184 |
| 7-2 | 照明节能的原理           | 186 |
| 7-3 | 光的传递及其决定的条件       | 188 |
| 7-4 | 照明的节能方法           | 190 |
|     | (1)防止照明设备损失光的方法   | 190 |
|     | (2)阳光和天空光的利用      | 192 |
|     | (3)提高照明设备的效率      | 197 |
|     | (4)利用不使用电力的照明手段   | 200 |
|     | (5)降低照度及其均匀程度的标准  | 201 |
| 第八章 | 其它设备的节能           | 204 |
| 8-1 | 其它设备与节能           | 204 |
| 8-2 | 给排水和热水供应设备的节能方法   | 206 |
|     | (1)用水量            | 206 |
|     | (2)上下水的净化处理       | 208 |
|     | (3)供给热水的热能        | 212 |
|     | (4)输水用能           | 215 |
| 8-3 | 运输设备的节能           | 216 |
| 8-4 | 其它省力机器的节能         | 218 |
| 8-5 | 关于防灾设备            | 218 |
| 第九章 | 建筑方法以外的节能方法       | 220 |

|       |                        |     |
|-------|------------------------|-----|
| 9-1   | 设备方法和人的方法 .....        | 220 |
| 9-2   | 设备方法的节能 .....          | 221 |
|       | (1)辅助可动部位的操作 .....     | 221 |
|       | (2)辅助利用自然的作用因素 .....   | 222 |
|       | (3)提高设备效率及利用代替能源 ..... | 223 |
|       | (4)人体旁边的辅助性作用因素源 ..... | 224 |
| 9-3   | 用人的方法的节能 .....         | 225 |
|       | (1)缩小建筑和设备与人体的距离 ..... | 225 |
|       | (2)人的移动 .....          | 227 |
|       | (3)可动部位及设备的操作 .....    | 228 |
|       | (4)能源 .....            | 229 |
|       | (5)适应 .....            | 230 |
| 第十章   | 节能方法的实践 .....          | 232 |
| 10-1  | 节能实践的承担者 .....         | 232 |
| 10-2  | 在住宅设计中的应用 .....        | 233 |
| 10-3  | 建筑物的使用方法启蒙 .....       | 235 |
| 10-4  | 法律等的限制 .....           | 236 |
| 结 束 语 | .....                  | 238 |

# 第一章 住宅与节能

## 1-1 健康的建筑

大约在四分之一世纪以前，能源的消耗只有现在的十分之一，而且当时处处都能体现出节约能源的精神。冬天，甚至室内都要结冰；夏天，开窗挂蚊帐睡觉。完全利用自然条件的比例较现在高得多，但人们能够感到很好，很满足，过着健康的生活。

文明程度处于落后状态，也就是尚未开发地区的人们，虽然生活受着自然变化的左右，但他们对自然界利用得很好，过着与自然界共存的生活。起码在受到随着文明出现的某些毒害以前，他们的生活是健康的。

高度文明的现代城市或建筑，与尚未开发的时代或地方相比，已经具有很高水平的居住条件。冬天有采暖，夏天有空调。无需再去担心冷或害怕热了，无论是什么季节，都可以始终在舒适的条件下生活。

但是，这种舒适要完全依赖于设备的运转，设备化程度越高，人在没有设备的情况下就越无法生活。未开发地区的建筑，在自然界中是靠自身的力量发挥其功能的，如果把这种建筑比喻成健康的人，那么，现代的建筑就如同是一个濒于死亡的重病人一样，挂满了抢救用的输氧管、点滴管和作心电图的电线。一旦遇到某种事故或有人故意切断电源，就象病人死亡一样，建筑也就完全失去了功能。大规模的停电或燃料不足所造成的经济恐慌，已经证实了这一点。看来建

筑也有必要恢复健康，使它能与自然界共存，利用自然，依靠自己的力量生存下去（图 1 和图 2）。

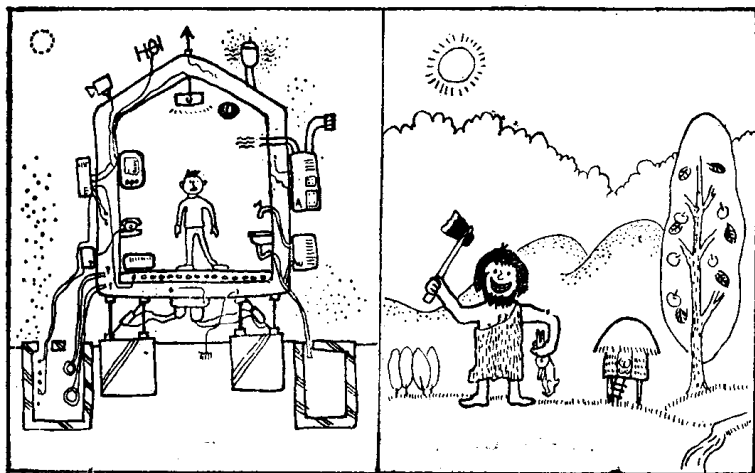


图 1 没有任何设备的原始时代住宅和充满现代设备的现代住宅

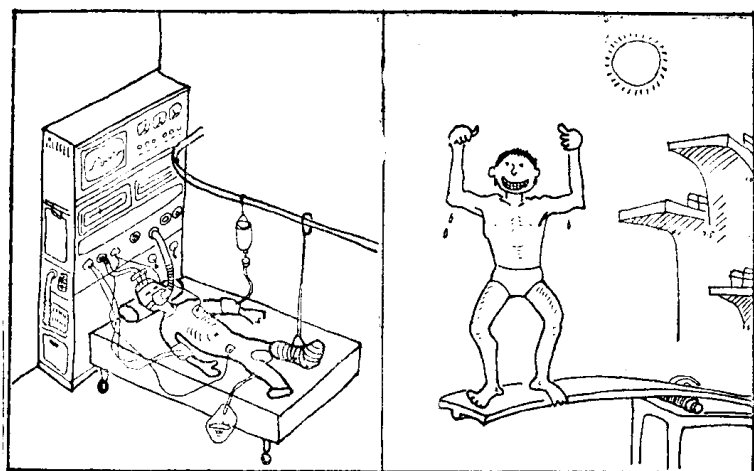


图 2 过去和现在的建筑就像健康人和重病人一样

为了得到象现代这样的很高的生活水平，大概就必须以城市这样的一种形式，集中起来居住。高效率的经济活动是这种生活的支柱，如果没有城市，恐怕这种经济活动也就不存在了。当然，要使已经提高了的生活水平再退回到原来的程度是很难的。如果没有一个恰当的好机会，就不可能在短期内改变人的生活方式。即使暂且不提为什么会产生“进化”这个问题，就“进化”本身来说，也是人类发展的必然规律，人与其他生物一样，大概都不能改变进化的方向（图3）。

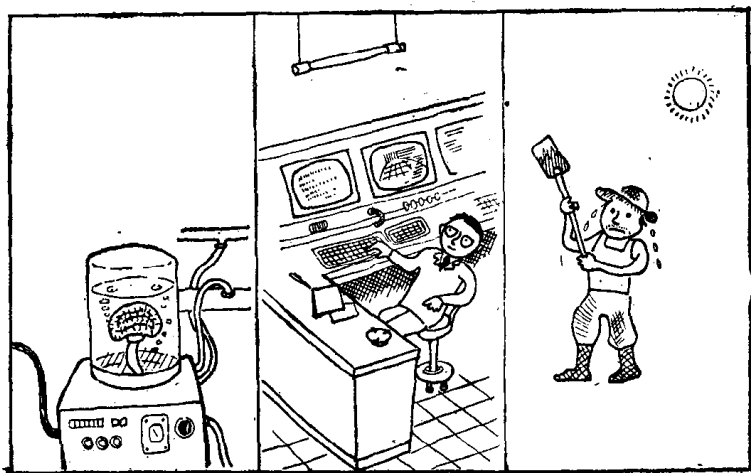


图3 省力化的发展有极限吗？

那么，怎样做才算好呢？如果环境条件变得坏了，会不会进一步减少与外界的联系，逐步变成“重病入化”呢？如果能够设法买到燃料，又能使设备的可靠性接近于百分之百，是不是就可以认为不用担心当前的生存了呢？

一阵大雨过后，打开窗户时，会有新鲜的空气进入到室

内，使人对室外的空气感到放心，似乎防止空气污染的规定也在逐步地见效了。在大自然当中，人的力量是很微薄的。城市中心的气温，多少要比城外高一些，如果把城市中心的高温区域比喻作“热岛”，那么如果没有这种热岛和市内的空气污染的现象，大概也就可以认为城市的自然条件与古代是一样的了。空气的主要成分基本是固定的，太阳依然在普照着大地。无论在任何时候，或是在任何地方，背阴的地方总比向阳的地方凉快。如果注意到不使自然环境受污染，城市里的自然条件也应该是可以充分利用的。

住在没有屋檐的房子里，会苦于夏天的酷暑，而打开冷气设备设法渡过暑天，又总觉得有些地方与自然条件不一样。难道不能够想办法使用屋檐、遮帘或者栽种植物的方法吗？不能只是片面地批评由于小规模的开发，使质量低的房屋拥挤不堪，见不到阳光。难道不能取而代之，做出合理的设计，使之能够见到阳光吗？建造房屋时，无视自然规律、无视简单的物理学、无视在建筑上长期积累起来的智慧是不行的。当然，有很多问题仅仅依靠建筑师的力量是无论如何也解决不了的，但是，应该做的事情和能够做的事情，还是有很多很多的。

即使把节省资源的建筑称为“健康的建筑”，也许在本质上还是没有变化。但是，我依然认为，尽量不使用设备的建筑，才是建筑“应有的状态”，我这样说，并非是打算要退回到原始时代的生活，而是只要恢复到能与自然的良好结合，过上健康的生活就行了。

这里所说的“设备”是指建筑设备，即以某种形式，人为地投入一种能源，然后转换成另外一种能源或物质，供给到人或室内空间，为此而制造出来的装置或构成该装置的机

器，就是建筑设备。在建筑领域里，一般都把它叫作“设备”。以下在文章中都简称为“设备”。

## 1-2 资源的利用

说起资源的利用，其实我们现在就正以各种各样的形式，利用着太阳带给地球的资源。自然资源的利用方法，大致可分为间接利用和直接利用两种（图4）。

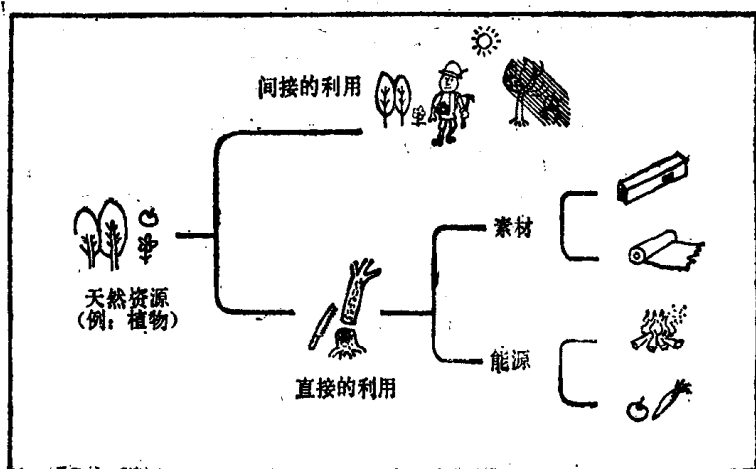


图4 资源的利用方式有直接利用和间接利用两种

间接利用资源是人和资源之间不产生直接作用。一般来说，间接利用资源时，不会使资源减少。以树木为例，其利用方式是用树木遮阳、挡风或者只是作观赏之用。

直接利用资源时，资源会被消耗和减少。经过各种各样的利用过程之后，能源变成了热，素材变成了垃圾，最后被丢弃在地上。如果资源的消耗量超过了太阳的供给量，地球上贮藏的资源就会逐渐减少，迟早会被用尽。即使发现了新

的埋藏资源，也是无济于事，地球上长期积蓄起来的储备，还会被逐渐耗尽。如果产生的垃圾或热量超过了地球自身的处理能力，这些垃圾或热量就会慢慢地积存起来，从而改变地面原有的状况，使我们为周围堆满垃圾，破坏地表的热平衡。这样下去，不仅会使人感到人类面临着灭亡，而且还会使人感到这是一种自然的淘汰作用，因此会束手无策，失去信心。也许不管付出多大的努力，早晚都会如此。但是，当前毕竟还没有感到寒冷和饥饿，也没有人相继死亡，为了生存就要付出努力，这才是我们理所当然的义务，是我们的本能。

在考虑节省资源和能源的方法时，首先应该考虑到资源的使用范围，即在可以供给和可以再生的资源范围内使用；或者在不破坏热平衡条件的范围内使用能源，而且是以不“消费”自然的形式，间接地利用，实际上是一边利用能源，同时使能源保持无穷无尽（图5）。

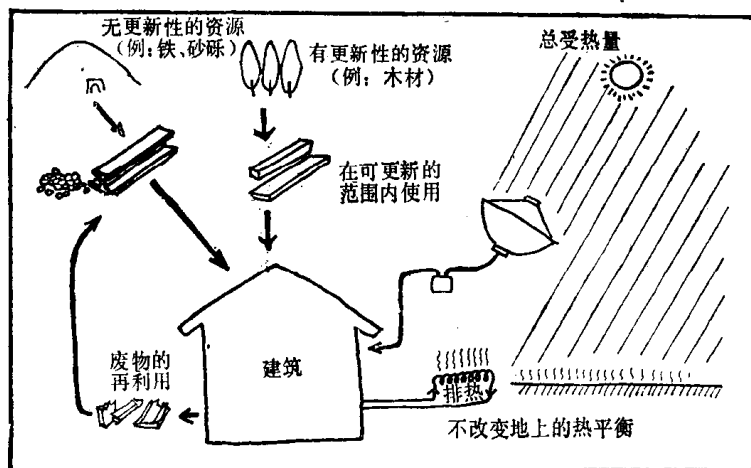


图 5 在利用资源上应该遵守的原则

### 1-3 节能和居住条件

建筑的种类很多，人在建筑当中所从事的活动也是多种多样的。在这些活动中，最基本的是人在建筑里面生活，也就是“居住”。即便说是生活，其内容也是非常复杂而又多样的。仅就吃和睡来说，就很难一言而尽。总之，以“居住”为目的的建筑就是住宅。

除居住之外，人类还有很多种活动需要在建筑内进行，因此要有适合各种不同活动的建筑种类。可以说建筑种类就像是為了某一个目的而制造的机械的一部分一样，要达到这个目的，就应首先知道达到这个目的的效率。在考虑节能的时候也应该是这样，必须考虑到建造建筑物的目的和要进行的活動，例如，为了生产某一种产品，首先就必须考虑到提高生产效率。但是，无论是哪一种建筑物，只要有人在里面从事工作，在这个建筑物的使用方式当中就必定包括有居住这个因素。虽然本书的论述对象是住宅，但所论及的各种原理和原则，对于其他建筑来说，也同样是适宜的。

从住宅的居住条件来考虑节能时，就要考虑到减少用设备控制环境条件的耗能，这种减少当然要以设备的运转为前提，如果不是以设备的运转为前提来保证居住条件，似乎有人就会认为，由于根本就没有设备，所以与节能无关。但是，提高居住条件的发展趋势，不仅今后还要继续下去，而且由此而产生的设备耗能也将会增多。即使是不再提高居住条件，也还是应该使用设备，可以认为：为了确保居住条件所采取的一切措施，最终都要与节能联系在一起（图6）。

目前的住宅，主要是依靠设备来保证居住条件，也就是通过使用设备得到舒适的居住条件。设备性能的提高，可使

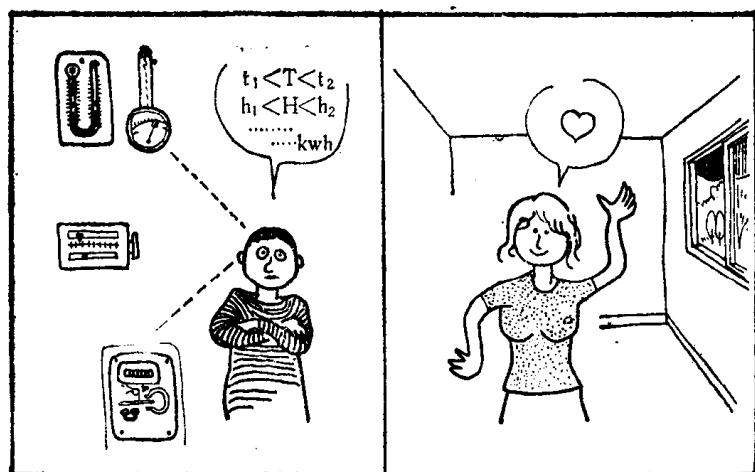


图 6 节能效果不能只靠数字显示，首先应是保证身体感觉到的舒适程度

环境条件稳定、无变化。但这种环境条件也许对于人体的健康不利。人类必竟是自然的一部分，应在每天或四季的变化之中生活。理想的室内环境条件，在某种程度上也应纳入室外环境条件的变化，使室内与室外的条件有着密切的联系，保持室内的条件。

#### 1-4 保温标准和太阳房

说起节能住宅，一般都是指提高建筑物围护结构的保温性能，或者是指有设备系统的住宅使用太阳能热水器。为减少建筑物的热损失，可以提高建筑物围护结构的保温性能。例如，在屋面、墙体以及地板里增设保温材料，使用双层玻璃窗等等。如果考虑到外墙的热容量以及防止混凝土出现龟

裂，还可在该墙的外侧增设保温层，即所谓外保温方法，这会更有利于保温。在消耗能量多的发达国家里，只有日本还没有有关节能的法规，这一点在国际上，已经受到了谴责。或许是由于这个原因，使住宅银行急忙作出了如下规定：建造住宅必须符合住宅保温标准，方可增加贷款额。

另外，利用太阳辐射热的暖通空调和热水供应设备，现在不只是在大量的实验住宅中使用，已经成为商品在出售，而且还有利用这些设备的预制装配式住宅。除住宅之外，还经常有大型建筑物也在使用这些设备，虽说是试验阶段，或者说也可以说已经达到了实用化的程度（图7）。

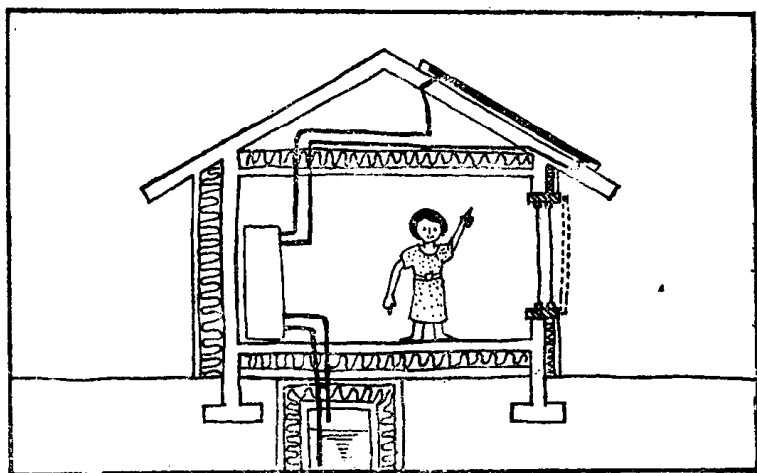


图7 提起节能住宅，首先想到的是保温材料和利用太阳辐射热

但是，只制订保温标准和只考虑到太阳辐射热的利用，还不能算是节能的全部内容。我们在漫长的历史发展过程中，经过不断地开动脑筋想办法，找到了不增加能源消耗，