

太阳能的利用

北京市技术交流站 编译
首都图书馆

1975. 11

前 言

太阳是巨大的自然能源。大力开展太阳能的利用，可以节省燃料，消除燃料燃烧造成的环境污染，免去燃料开采和运输，节约劳力，在发展国民经济中将起一定作用。根据同志们的要求，我们编译了这份资料。因时间仓促，存有缺点错误，欢迎同志们批评指正。

目 录

一、太阳能及其利用	1
二、太阳能热水器	11
三、太阳能的热储存	20
四、国外太阳能利用状况	24

太阳能及其利用

一、太阳辐射能：

万物生长靠太阳。除原子能外，现在地球上的一切能量诸如风能、水能、燃料能以及由水能、燃料能转换而来的电能等等皆来源于太阳能。太阳能是地球的主要能源。

太阳表面温度为 6000°K 。根据推算太阳中心的温度要高达 20000000°K ，压力为 2000 亿大气压，太阳总辐射功率为 3.75×10^{26} 瓦，太阳每时每刻向宇宙空间不停地以光辐射的方式输送巨大能量，根据计算太阳上的热核反应仍可进行数千亿年。

太阳投射到地球范围内的辐射功率约为 1.8×10^{17} 瓦，佔太阳总辐射功率的 22 亿分之一左右。

有人估计，地球一年从太阳得到的能量大约为目前世界上同期利用各种能源所生产能量的二万倍。

我国是一个领土广大，人口众多，物产丰富，历史悠久的国家。利用太阳能有着极其优越的条件。我国领土面积近九百六十万平方公里，若以到达地球表面的太阳能在全球是平均分配来计，我国一年所获得的太阳能应在一亿亿千瓦时，相当一万二千万吨标准煤（标准煤发热值为 7000 大卡/公斤）所具有的能量。

北京地处北纬 40° 。地理位置有利于太阳能利用。

下面是北京地区的具体观测数据；

~ 2 ~

1. 北京市1972年6月8日(晴天无云)太阳辐射在一天中的分布和日总量:

时间 辐射量	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	日总量
垂直光线的直接辐射	·66	·89	·13	·23	·29	·35	·35	·36	·30	·25	·15	·98	·69	·38	899.9
水平面上的直接辐射	·12	·31	·60	·85	·105	·122	·128	·129	·116	·99	·77	·49	·22	·06	624.6
散射辐射	·07	·12	·12	·13	·16	·14	·15	·14	·14	·15	·15	·14	·11	·06	106.6
水平面上的总辐射	·19	·43	·72	·98	·121	·136	·143	·143	·130	·114	·92	·63	·33	·12	731.2

各时单位: 卡/厘米²·分 日总量单位: 卡/厘米²·日

2. 北京市1972年水面上太阳辐射日总量(按月平均)的年分佈:

月份 辐射量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
直接辐射	98.5	148.4	218.1	285.5	293.3	358.3	268.9	245.4	246.3	209.7	121.4	90.5
总辐射	190.1	269.0	392.7	498.7	536.1	579.5	489.3	458.4	413.9	335.4	217.9	181.3

单位: 卡/厘米²·日.

3. 北京市 1972 年水平面上太阳辐射月总量的年分布：

月份 辐射量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年总量
直接辐射	3054.1	4304.8	6761.1	8563.9	9091.8	10749.4	8336.3	7608.3	7587.9	6501.3	3642.2	2805.4	78806.5
总辐射	5893.6	7802.2	12173.6	14962.3	16617.9	17385.4	15168.3	14211.3	12415.6	10395.5	6365.6	5621.1	139182.8

各月单位：卡/厘米²·月

年总量单位：卡/厘米²·年

4. 北京市年平均云量和晴阴天数

平均云量			晴天日数 (云量 ≤ 2.9)			阴天日数 (云量 ≥ 8.0)		
年平均	最多月	最少月	年平均	最多月	最少月	年平均	最多月	最少月
4.7	7.1 (7月)	2.9 (1月)	141.7	18.6 (1月)	4.0 (7月)	81.5	12.8 (7月)	3.1 (1月)

5. 北京市平均日照和相对日照：

	1月	4月	7月	10月	年	记录年代
平均日照	204.6	243.0	223.0	241.8	2700.0	1930~1956
相对日照	68%	61%	49%	70%	61%	1930~1956

平均日照为：平均日照时数。(即多少小时)

~ 4 ~

从上述资料，我们可以看出北京市的日照时数在全年都是很大的，云量最少、晴天日数最多的月份是一月，为冬季利用太阳能提供了十分良好的条件。另外，北京市地区水平面上太阳能总辐射年总量约为 $140 \text{ 大卡/厘米}^2 \cdot \text{年}$ 。若对全年平均一下，则年平均日总量约为： 380 卡/厘米^2 ，一平方米则为 $3800 \text{ 大卡/米}^2 \cdot \text{日}$ ，相当 545 克标准煤完全燃烧所放出的热量。

6 北京市各不同时间水平面上太阳能辐射日总量计标结果：

	1972年平均	1972年3-10月 平均	1972年6月8日
总辐射(卡/厘米 ² ·日)	380	412	731.2
(大卡/米 ² ·日)	3800	4120	7312
换算成标准煤 量(克)	545	590	1040

全市若按装10万台20平方米热水器，以水平面上年平均日总量计标一年就可节约标准煤三十九万八千吨。

由以上数字可以看出利用太阳能的经济价值。

虽然，太阳能能量大，直接利用太阳能又是“免费”的，同时又是最清洁的无污染的能源。但在利用上受到气候、纬度、昼夜等自然条件的影响，大规模利用在技术上相当复杂，所以目前人类只利用了太阳能的十分微小的一部分。

二、应用概况：

近二十年來，许多国家对太阳能的应用进行了研究，尽管进展不大，但却发展了一些中、小型的和研究用的太阳能装置。当前的转换方法主要有：光——热转换，光——热——电转换，以及光——化学能转换等。

<一>太阳能热水田。太阳热水田是目前使用最为普遍和卓见成效的太阳能装置，它可以为家庭、浴室和医院、旅馆、理发馆等公共场所提供热水，水温在夏季可以达到 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，这种装置构造简单，成本不高，最适用于南、北纬 45° 之间地区。目前全世界至少有数百万台太阳能热水田在工作。

太阳能热水田的种类很多，实用的有二十多种，彼此各有优缺点，主要有以下几种类型：

开放型：

密闭型：

薄膜型：

流动型：

循环型：

实例：<1>北京市天堂河农场太阳能热水淋浴室，1965年建成，热水田面积 95 m^2 ，热水12吨，可供300人淋浴，造价6000元。

<2>自来水公司工程队，1968年建成热水田面积 50 m^2 ，热水4.5吨，造价3000~4000元。

<3>第二建筑工程公司，1974年建成装配式太阳能浴室，热水田面积 30 m^2 ，热水3吨，造价6000元。

以上三处使用水温在 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 之间，每平方米热水田可供2~3人淋浴之用。

~ 6 ~

本市尚有下列安装有太阳能热水器的单位：

- (1) 外贸部进出口公司：（百万庄）
- (2) 供电局物资仓库：（右安门内）
- (3) 北京市二轻局：（西单皮库胡同）
- (4) 5875 部队：（幸福大街）
- (5) 对外经委：（安定门外）
- (6) 新欣理发馆：（崇文区）
- (7) 崇文第三旅馆：
- (8) 花园煤厂：（安定门内）

〈二〉太阳灶。利用太阳能蒸煮食物，在广大农村地区，特别是在燃料缺乏地区，具有现实意义。可以节约煤炭、柴草，更好支援农业，还可节省劳力，节省运输。

一般来说，太阳能炊具的结构都很简单，制作工艺要求不高，主要类型有：

- (1) 太阳能聚光灶：
- (2) 热箱式炊具，也称箱式太阳灶：
- (3) 太阳蒸汽灶。

〈三〉太阳能冷冻机。

利用太阳能致冷系统和市售的冷冻系统在基本原理上没有什么不同。利用太阳能的热量加热氨的水溶液，使氨从水中蒸发，然后氨经冷却水冷却，使之凝聚液化，形成浓氨，最后使浓氨急速蒸发膨胀，通过吸热而降温，达到致冷的目的。

太阳能致冷供求是一致的，天气愈热其致冷效率也愈高。

〈四〉太阳能干燥器。

有几种方法利用太阳能干燥农作物和其它产品。

〈五〉高温处理。

通过高温太阳炉提供高温热源，用于高温科学研究和冶金。

法国的一座太阳炉有九层楼高，中间部位温度可达 4000°C 。

(六) 产生动力。

利用太阳能产生动力，目前尚在研究阶段，许多国家已试制出各种示范性装置。其中主要有太阳能蒸汽机和热气机两种。

(七) 直接发电。

通过光伏装置（即习称的太阳电池）太阳能可以直接转换为电能。主要有：硅电池、硫化镉电池、砷化镓电池、碲化镉电池等。其中技术上成熟的只有硅太阳电池。其光电转换效率在地面使用时一般有 $13-15\%$ ，最高可达 $18-20\%$ 。但其成本高，宇宙飞船用的造价是每瓦100美元以上。目前使用最多的是无人管理灯塔，晶体管收音机，农用黑光灯、电钟、打火机、手表等。

三、国外太阳能利用概况：

虽然各国对太阳能利用的研究已有二、三十年的历史，但因受条件限制一直未受到重视。近年来，一些资本主义国家由于面临能源危机和环境污染问题，才开始关注这一技术。前两年美国的太阳能研究根本没有国家予标拨款，而1973年已达四百万美元，1974年将增至一千二百万美元；下一个五年计划将增加到10亿美元，日本最近拟订了从1974年到2000年的“阳光计划”，计划在12年内试制一万瓩的太阳能发电站。联

联合国科教文组织于1973年7月初在巴黎举办了一次太阳能国际会议，参加会议的共有七十个国家（六百名专家）。国外有关利用太阳能的情况简述如下：

(一) 太阳温室（以及温床）是使用最为广泛的一种太阳能设备，被用来在冬季耘菜和早春育秧等，在一些国家中的使用规模很大。

(二) 太阳能热水器的使用在一些国家中已很普遍，并被用于各种用途。据报导，日本目前共有大约数百万台太阳能热水器在使用。百分之七十二的家庭都靠它供应热水洗澡、洗滌（每天可节约煤四千吨左右）。日本也在使用太阳加热的蓄水池为水稻灌溉温水；在日本和美国有的住宅在屋顶上建有太阳能热水器；新西兰建造了游泳池太阳能加热器；太阳能淋浴室在一些国家也在小规模使用。

(三) 太阳能开水器、炊事器已在印度和一些非洲国家使用；海地一所中学使用30台太阳能炊事器为240名学生做饭，每台可做五、六片大米饭，晴天时开锅后只要三刻钟即可煮熟（每台造价约65美元）。

(四) 太阳能蒸馏器被用来进行海水淡化或为内陆咸水地区提供淡水。目前日产一吨以上的大型装置全世界共有十九个，最大的一个在希腊，总面积为8700平方米，平均日产淡水31吨。

(五) 太阳能干燥机也在推广使用。适用于谷物、烟草、茶叶、药材等的干燥和烘烤处理。巴西制成处理可可太阳能干燥机，可缩短干燥周期百分之十三，质量也有提高，投资很低，正在推广使用。

(六) 太阳能制冷和采暖设备正在试用中。在非洲和法国有一些房子是用太阳能来供暖和提供冷气的。美国计划于1975年建造一座面积为五万三千平方英尺的大型建筑物利用太阳能承担

大部分供暖和降温，并由水箱储存被太阳加热的热水以便在阴天使用。

(七)美国在进行将太阳能用于污水处理的工作。利用太阳能来加热污水蒸煮田，可使同样规模的设备能处理更多的污水。如将蒸煮池设计成太阳能蒸馏田，则可以生产淡水和制取肥料。

(八)美国目前还在试验利用太阳能催长草木和藻类，然后进行高温分解，以得到木炭、煤炭和木焦油等燃料，预期这是今后大规模利用太阳能的一个重要方面。

(九)一些国家已在利用太阳能做为动力。苏联曾设计了一座750~1000瓩的太阳能电站。目前埃及有一台47瓩的太阳能蒸汽锅炉动力装置，用于抽水灌溉。意大利有一台50瓩的太阳能蒸汽机用于发电。据报导，美国计划建造一座一百万瓩的中心太阳能电站。太阳能水泵已在一些地区使用，毛里塔尼亚的钦格蒂使用太阳能水泵从井里抽水。苏联制成了一台适于沙漠和干旱地区灌溉用的太阳能水泵，每小时能从20米深的井里自动抽出300~400升的水。

(十)太阳高温炉在一些国家中使用，主要用来研究高温下材料的特性和制取纯材料以及生产自然界不存在的高温单晶材料。目前世界上最大的太阳高温炉是法国在比利牛斯山坡上建造的大型太阳炉。

(十一)利用太阳电池发电是太阳能利用的一个重要方面。目前主要用于空间技术，也可做为地面小功率电源。目前，许多卫星均由太阳电池供电，例如国际通讯卫星就是以太阳电池供电。

(十二)进行研究的还有利用太阳能风力发电、海水温差（表面与深层温差）发电，阳光蒸发湖水（造成水位差）发电等方面。据1972年报道，美国正在研究叶绿素太阳电池。据1974年报道，日本发现了一粒利用太阳能生产氢的新原理。此外，

~10~

正在研究中的利用太阳能方法，还有太阳能热离子发电方法，以及设想中的先把从太阳得到的高温（ 2000°C 左右）将锅炉中的气体电离，再采用磁流体发电的原理来获得电能的方法等。

太阳能热水器

一、太阳能热水器的普及概况：

一般地认为太阳能热水器的设备投资若在大约2—5年能够收回是合理的。而假若能在3年左右收回，并且能使用10—15年的话就有利用价值。

太阳能热水器有很多种类。而在夏季任何一粒都可以收到相当好的成效，但是在晚秋、冬季、早春的时候，其性能便产生很大的差别。并且在其投资的多少，使用寿命的长短、在日落时热水也不致冷却。在夜间是否仍可使用等方面，各种热水器都显示了各自不同的性能。所以，可以说今后通过积累各种各样的研究，努力设计制造出廉价的、四季都可使用的、有良好耐用性的热水器就显得极为重要了。特别是由于日本的能源问题与国民的生活改善有着很深的直接关系。所以今后政府与民间必须共同重视这个问题。现在太阳能热水器在印度、中东各国、北非和澳大利亚、苏联等地都在使用，但是，要论使用数量属日本最多，现在大约使用着100万个左右。其次是美国使用数量为数十万个。美国佛罗里达半岛（特别在马依阿密周围）有很多热水器在使用着。还有加利福尼亚南部也有一部分热水器在使用。

日本战后在爱知县农村开始使用开放型热水器，而后在全国农村普及了。而今天密封型和膜型热水器逐渐多起来了，最近一二年用乙烯和聚乙烯膜制作的热水器在市场上已有销售，并因其价格非常便宜，所以销售数量年年在迅速增加，已在全国普及了大约60万个。另外密封型热水器也逐渐开始使用。在今天概算的使用数量为30万个。使用其他各种类型的热水器

大约有10万个左右。在日本全国现在的热水口总数约为100万个左右。这个数字年年在急速增加。

循环型热水口在国外使用的相当多，而在日本却直到现在使用的还很少。但估计今后将在日本也要逐渐普及。循环型热水口的构造和作用虽然是最先进的，但其价格也有比较高的趋向。但根据制作方法的改进，估计只用近似于密闭型的价格就能制做出来。

在日本澡堂非常多，还有宿舍和旅馆等公共浴室也相当多，像这样的地方面临着使用大型热水口。认为使用流动型热水口是适当的。因为公共浴室使用热水口节约的燃料重大，所以，期待今后这方面的热水口得到普及。

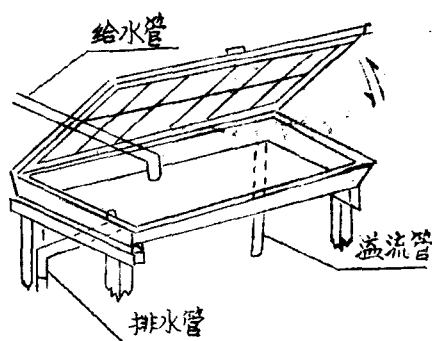
二、开放型热水口：

开放型热水口最初是在爱知县的农村使用，而在全国农村逐渐普及了，但现在不多了。

三、膜型热水口：

是宽一米，长约二米，厚约十厘米的枕状水袋。其上面和侧面用乙烯或聚乙烯的透明膜制作，其底面用同样的黑色膜制作。用高频粘接缝纫机粘合。在上面设置适当的空气引出管。其中可盛水约180升。这是距今大约十年前由名古屋的某一制造厂用“砂

袋”的商品名开始销售。而其本身做为商品来说没有什么成效。而以后倒制成各种各样的这类类似品来销售。特别是关西的某一制造厂仅一个公司制作销售10几个热水口。其特点是便宜。



图一. 开放型热水口

每个2000~3000日元。(相当人民币13~19元译者注)大约能使用2~3年。由于用高频粘接缝纫机粘接乙烯膜的技术不高,也常发生过漏水现象,而最近其技术有了飞跃的进步。这也是一种密闭型的热水口,由于设置暴露在空气中,所以在寒冷时效率当然就变坏。虽然使用年限比较短,但由于其价格非常便宜,便成了这种热水口的魅力。

四、密闭型热水口:

一般地太阳光线直射面接受日照量最强,这是众所周知的。然而日本处在地球北半部,东京在夏季(夏至时)与水平面向南倾斜约 10° 的倾斜面日照量最强。所以热水口的受热面也设置成在夏季和冬季均能调整的倾斜角,这样虽有成效,但这样按装费用太高,若是取受热面的倾斜角在夏季和冬季的中间值,(与水平面倾斜约 35°)固定起来,那么在冬季、夏季都可大体平均得到好的结果。另外热水口实际上多数按装在屋顶上,所以利用各种各样的方便条件,不采用与水平倾斜 35° 角,也可以按屋顶倾斜面程度直接放置热水口。

将热水口倾斜放置,在热水口本体(盛水部分)的下部会受到水压的作用,而要使之耐水压,最好把它做成圆筒型的管子。并且最好用金属,塑料、玻璃等做本体材料。做为金属板来说有铜板、铁板^{*}、铝板、不锈钢板等几种。铜板不腐蚀这点最好,但有成本高的缺点,不是推广的方向。另外铜板锡焊处在1~2年内会由于焊口腐蚀而开始漏水,所以用铜板时有必要稍加黄铜,如这样做了,就足可用20~30年。

其次是铁板,但在镀锌铁板上锡焊的结果同样用1~2年就会开始漏水。所以用这方法做热水口不好。用铁板时,要用

^{*}原文全部如此。认为应是钢板。——译者注。

1.2~1.6 mm 的铁板或铁管焊接，完全焊接之后再镀上锌，预计可用10~15年左右。但是，以前市场销售的密闭型热水口铝板制的较多。铝板价格合适，也不生锈，但是由于长时间使用，在热水口里加入的水与之发生弱电解作用，在1~2年的时间出现孔洞，开始漏水的实例多。对此，即使在铝板上设置氧化铝膜或上涂料也不易避免产生。没有超越过使用铝板不腐蚀，不发生漏水的热水口，至少到目前没解决这个问题。

现在作为城市和它周围的一般家庭用的在市场销售的热水口大多是密闭型的。有不锈钢制、铝制、玻璃制、塑料制的等等。其构造大同小异。是由直径约为10~12厘米，长约1米的管子8根，用玻璃或塑料膜罩在保温箱中。多数是纵向或者是横向排列。在每天早晨装水，到午后2~3点钟的时候就可得到热水的装置图8.3。（原书图号图略）所示的热水口容水量约为126公升。将管纵向排列时，由于和受热面接触的水被加热比重变轻，集聚到管的上边。管的上边和下边产生大的温差。而这时为测定热水温度经常在管的上端插入温度计而这样测得的温度尽管得到比整个热水的平均温度相当高的温度值！。但要注意，现在经常是以此作为整个热水口的温度来表示的。

现在市场销售的热水口除开放型和膜型的以外，大部分是这种密闭型的。密闭型与开放型相比不但不会使热水变脏，而且效率也高。具有即使在冬季也可使用等的优点。但其最大的缺点是全部热水贮存在玻璃板下，在傍晚不及早把热水转移到浴槽等处的话，热水很快就凉了。就这一点来说，下面叙述的循环型比密闭型优越。反复叙述现在市场销售的密闭型热水口大多是因为其使用材料耐用年限短的关系。（尽管制造厂商声称可用10年以上）对此，不管怎样这个问题必须解决。

如上所述密闭型热水口是热了的水集结在上部，而在下部