

(81)  
90-93

# 自然循环式太阳能热水器系统工程的设计施工 Design and Installation of Natural Cycling Solar Energy Water Heater System

廖乃雄      陈焕懿  
Liao Naixiong      Chen Huanyi

TK515  
TS914.252

(广西科学院应用物理研究所 南宁 530003)  
(Institute of Applied Physics, Guangxi Academy of Sciences, Nanning, 530003)

**摘要** 从集热器的阵列及定位安装,水箱和管道的设计与施工,玻璃的安装与系统的调试及辅助能源的利用等方面阐述了集体型自然循环式太阳能热水器系统工程的设计施工要点。

**关键词** 自然循环型太阳能热水器系统 设计 施工 集热器

**Abstract** Designing and installing natural cycling solar energy water heater system are described in the aspects of array and position of thermal-arrested container, selecting and installing of water-container and glass-plates and supplementary energy use.

**Key words** natural cycling solar energy water heater system, design, installation

在太阳能热水器领域中,自然循环式太阳能热水器系统以它独有的特性在广西用户易于接受。自然循环式太阳能热水器不用任何常规能源和附件,设备简单、运行可靠,无需较大的维修,便于管理,随太阳辐射量的增加,水温不断升高。特别是多能互补的自然循环系统能更有效地利用太阳能。在广西不需要考虑防冻系统,因此,自然循环式太阳能热水器系统只要设计良好,都能取得良好的效果。下面谈一些设计施工要点。

## 1 用户条件

要设计好自然循环式太阳能热水器,首先要了解用户条件。

### 1.1 确定水量

水量的确定必须慎重,因为它是影响到集热面积即系统成本。一般根据用户提供的用水方式及用水人数确定水量,每人每次用水水温为40℃~50℃用水量为40kg~80kg。水量也

1996-07-20 收稿.

可根据用户具体情况来定。

### 1.2 屋面情况

要考虑树荫及周围遮挡物的影响, 水箱沉放的位置, 要尽可能放在北面并且利于集热器布置和系统管道连接。但先要保证该位置所能承受的重量不低于储水箱及其外围等所附加的总重量。

### 1.3 水源

自然循环式的水压要求下是很严格, 只要保证早上出太阳前使系统充满水即可。

## 2 集热器的选择及集热面积的确定

选择优质的集热器是系统设计的关键, 评价集热器性能的好、坏标准是瞬时效率方程, 但应根据用户要求选择, 主要是考虑经济性, 还要注意集热器的寿命及材质等问题。目前, 铁质吸热板芯已属淘汰产品, 铝质吸热板芯由于存在电化学腐蚀问题<sup>[1]</sup>, 故其寿命受影响, 而铜铝复合吸热板芯则是目前最理想的产品。

选择好集热器后, 可根据集热器的效率曲线方程及当地气象资料计算出各月单位集热面积的日平均产水量, 再结合已确定的水量确定集热面积。

## 3 集热器的阵列及定位安装

自然循环式太阳能热水系统, 集热器的阵列布置是一个关键问题, 因为它对系统的效率影响很大。

### 3.1 方位

一般集热器的安装方位为朝正南, 偏西或偏西 $15^\circ$ , 偏西比偏东好。但是在受到客观条件的限制时可在偏正南 $25^\circ$ 范围。在实际安装中, 一般都要偏西 $10^\circ$ , 这样可以获得最佳效果。

### 3.2 倾角

集热器的倾角, 每个月份都有个最佳倾角, 即这个倾角等于该地区的地理纬度减去该月份代表日的赤纬度值。但由于夏季环境温度高, 集热器效率很高, 而到冬季则效率较低, 水温也就较低, 广西在1月底到4月上旬一般以低温阴雨天气为主, 故倾角应予照顾9月份到12月份。工程设计中往往根据经验公式计算, 即集热器倾角 $\beta = \Phi - \delta$ ,  $\Phi$ 当纬度,  $\delta$ 为使用期间平均赤纬角。根据赤纬角表9~12月份平均赤纬角为 $\delta = -13$ 。因此我们建议广西倾角为 $\beta = \Phi - (-13) = \Phi + 13$ , 这样热水器系统能有效地满足广西用户的热热水要求。全年各月的太阳赤纬角见下表<sup>[2]</sup>:

月份	1, 11	2, 10	3, 9	4, 8	5, 7	6	12
赤纬角	$-20^\circ$	$-11.5^\circ$	$0^\circ$	$+11.5^\circ$	$+20^\circ$	$+23.5^\circ$	$-23.5^\circ$

### 3.3 集热器的布置与安装

在自然循环热水器系统中集热器的布置, 应使上循环水管尽量短, 集热器的连接全部采用并联方式。排与排之间也采用并联, 但每排集热器最好不超过8块, 以免由于附力增大, 离每排出口越远的那些集热器内温度越高而效率大大降低, 得不到充分利用。在同一系统内可分几根上、下循环水管, 形成几个单独回路, 有利于增加循环流量, 提高效率。另外集热器

安装时应使上集管沿上循环方向有5%的坡度,并且不得有局部下凹,以利于热水循环及排气。

## 4 水箱的设计与施工

蓄热水箱亦称循环水箱。在水箱的沉放位置确定后可进行循环水箱设计。循环水箱的容量应根据已确定的用户热负荷决定。其形状可为圆柱型或矩形。通常容量小的,材料厚度取较薄的,形状可用圆柱型;容量较大,材料取较厚的,形状可用矩形。

### 4.1 循环水箱材料

循环水箱的材料目前用的最多的有钢板、不锈钢板、防锈铝板等。钢板存在的问题是腐蚀,但适当的防腐蚀处理可达到要求,一般用户可用钢板做成。不锈钢造价高但水质好,随着人民生活水平的提高,用不锈钢做的循环水箱越来越多。另外,循环水箱可用钢筋混凝土与楼房一起砌筑,但钢筋混凝土热容量大会降低系统温度。

### 4.2 循环水箱开口

循环水箱的开口应设有上循环接头、下循环接头、出水接头、进水接头,在水箱顶部应设有透气管以排气,较大的循环水箱还要设有人口,以便检修与清洗。上循环接头与下循环接头成对角线布置,下循环接头设在水箱的最低位置。上循环管的位置由用水方式决定。当然自然循环热水系统中最好的用水方式为从底部补入冷水,顶部出热水,这样能保证循环水箱存有水,以供第2天系统正常工作,避免缺水时影响系统工作;而上循环接头可高些,一般离水箱顶部为水箱高度的 $1/5\sim 1/6$ 。但有些地方水压太低需从底部出水时,开口可在较低位置,一般离水箱顶部为水箱的 $1/2\sim 1/3$ 处。在确定管接头的位置时应优先考虑上循环的位置,使上循环管尽量短而且减少拐弯。

### 4.3 蓄热水箱的保温

常用的保温材料有膨胀蛭石、泡沫石棉、珍珠岩、聚乙烯泡沫板等。选择保温材料的厚度可按每小时降 $0.2\text{C}\sim 0.5\text{C}$ 范围内进行计算。

保温层外面围护层用镀锌板、铝板、砖结构等材料做。

### 4.4 水箱基础

自然循环热水系统工程中,为了增加热虹吸压头,保证循环流量,水箱底部要高出集热器上集管 $300\text{mm}\sim 500\text{mm}$ <sup>[2]</sup>。因此水箱位置较高,要求基础稳固。水箱基础可用钢筋混凝土结构、砖墙、型钢等做成。对于较大的系统,储水箱容量较大,在房屋荷载允许下最好用钢筋混凝土结构,可使结构简单、稳固而且施工方便,对于已建好的楼房由于要附加圈梁,用这种结构更合适。对于新建房子可以在设计施工时考虑将水箱放在里面,既使房屋荷载平衡又可外观与楼房融为一体。

较小的系统,一般可用型钢焊接而成。如槽钢、工字钢。

## 5 管道的设计与安装

由于自然循环系统中,水的循环是靠热虹吸压头进行的,在系统运行过程中,水由于受热而不断释放少量溶于水的气体,气泡往往停滞在系统的拐点或“死角”处,使循环阻力急剧增加,甚至可使循环停止。因此连接系统的管道要尽量减少拐弯而且尽量短,特别是上循环管,最好少用或不用直角弯头,能弯管的尽量弯管,以减少局部阻力。

每排集热器出口即连接上循环的一侧应是靠近水箱的一侧，这样能使上循环水管减少拐弯和长度。上循环水管沿水流动方向必须有3%以上的向上坡度。况且不允许有反坡现象，以免发生气堵。上循环管不允许安装阀门，下循环管可安装一阀门，但一定要用闸阀或球芯阀，禁止使用截止阀，系统最低处安装有排污阀。

管道保温随着材料的不同，施工方法也有所不同。可以缠包的保温材料，能达到施工方便、灵活、快速的要求。常用的管道保温材料有玻璃棉、矿渣棉、石棉绳或其他保温预制品。保温层厚度一般50 mm左右。保温效果的好坏实际上往往取决于保温材料的防潮处理。因此，保温材料外层应用一层好的防水层。下循环管可不必保温。

#### 6 玻璃的安装与系统的调试

太阳能热水系统安装完毕后，应先加水充满整个系统，检查是否有漏水。最后再安装玻璃，这样避免集热器空晒或施工时有落物碰坏。

玻璃四周用“C”形橡胶条套紧，玻璃之间搭接用“工”形橡胶条密封或用玻璃胶密封。

#### 7 辅助能源的利用

在某种意义上讲，太阳能多变性和间断性也制约了它的推广应用，但是太阳能热水器与目前种类繁多的电热水器、燃气热水器、燃油热水炉相结合，采取多能互补的方法，能在阴雨天时保证有热水供应，既能解决人们对热水不同层次的要求又能在很大程度上节约能源。

#### 参考文献

- 1 日本太阳能学会编. 太阳能的基础和应用. 刘鉴民, 李安定等译. 上海: 上海科学技术出版社, 1982, 71.
- 2 葛新石, 龚堡, 陆维德等编. 太阳能工程——原理和应用. 北京: 学术期刊出版社, 1988, 285.