



# 中华人民共和国国家标准

GB / T 12915—91

---

## 家用太阳热水器热性能试验方法

Test methods to determine the thermal performance of  
domestic solar water heaters

1991-05-22 发布

1992-02-01 实施

---

国家技术监督局 发布

# 中华人民共和国国家标准

## 家用太阳热水器热性能试验方法

GB / T 12915—91

Test methods to determine the thermal performance of  
domestic solar water heaters

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了家用太阳热水器在室外太阳辐照下的热性能试验方法，试验的热性能为：平均日效率、平均热损系数和非稳态效率方程。

本标准适用于非聚光、无辅助热源的自然循环式和闷晒式家用太阳热水器，热管式、真空管式、相变式、双回路式和直流式等家用太阳热水器亦应参照使用。

### 2 引用标准

GB 4271 平板型太阳集热器热性能试验方法

### 3 术语

#### 3.1 家用

指家庭及小型集体用。

#### 3.2 太阳热水器

把太阳能转变为热能以达到加热水的目的所必需的完整装置。它通常包括太阳集热器、贮水箱、连接管道、支架和其他零部件。

#### 3.3 太阳集热器

吸收太阳辐射并向流经自身的工质传递热量的装置。

#### 3.4 贮水箱

太阳热水器贮存热水的装置。

#### 3.5 自然循环式太阳热水器

仅利用水的密度差而使水在太阳集热器与贮水箱之间循环的太阳热水器。

#### 3.6 闷晒式太阳热水器

太阳集热器与贮水箱合为一体的太阳热水器。

#### 3.7 平均日效率

在有太阳辐照的一天内，太阳热水器贮水所获得的热量与照射到太阳热水器采光面上的太阳辐射能量之比。

#### 3.8 平均热损系数

在无太阳辐照条件下的一定时间内，单位时间、单位采光面积、太阳热水器贮水温度与环境温度之间单位温差的平均热量损失。

### 3.9 非稳态效率

在有太阳辐照的一定时间内，太阳热水器贮水所获得的热量与照射到太阳热水器采光面上的太阳辐射能量之比。

### 3.10 非稳态效率方程

在有太阳辐照的条件下，描述太阳热水器非稳态效率随贮水温度、环境温度和太阳辐照度变化的关系式。

### 3.11 其他术语

参见GB 4271。

## 4 试验条件

4.1 在白天试验期间，不得有外界的阴影落在太阳热水器的采光面上，也不应有从反射率大于0.2的其他表面（贮水箱的外壳除外）反射的能量落在太阳热水器的采光面上。

4.2 太阳热水器采光面上全天的累积太阳辐照量应大于 $17000\text{kJ}/\text{m}^2$ 。

4.3 白天试验期间的平均环境温度应大于 $15^\circ\text{C}$ ，小于 $30^\circ\text{C}$ 。

4.4 在整个试验期间，环境风速应小于 $4\text{m}/\text{s}$ 。

## 5 测试仪表

### 5.1 累积太阳辐照量的测量

5.1.1 累积太阳辐照量用总日射表（天空辐射表）及累积日射记录仪进行测量。

5.1.2 总日射表在使用一年内需经过检定，或与已知准确度的总日射表进行过比对。

5.1.3 总日射表的时间常数应小于 $5\text{s}$ ，非线性误差应不超过 $\pm 1.5\%$ 。

5.1.4 总日射表接受太阳辐照的平面应与太阳热水器的采光面平行。

5.1.5 累积日射记录仪的误差应不超过 $\pm 1\%$ 。

### 5.2 温度的测量

5.2.1 贮水温度可用热电偶温度计、电阻温度计或其他温度计测量。温度计应经过检定。误差不超过 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 。

5.2.2 环境温度可用热电偶温度计、电阻温度计或误差不超过 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 的水银温度计测量。

5.2.3 环境温度计应置于离试验地面 $1\sim 1.5\text{m}$ 的百页箱内或相当于百页箱条件的环境中，距离太阳热水器 $15\text{m}$ 以内。

### 5.3 容水量的测量

5.3.1 容水量可用磅秤或计量筒测量，水量测量的误差应不超过 $\pm 1\%$ 。

## 5.4 采光面积的测量

5.4.1 采光面积可用直尺或卷尺测量，读数分辨率为1mm。

5.4.2 采光面积应按太阳热水器表面透光部分在太阳入射角为零时的最大投影面积计算，透明盖板之间的压条面积不予扣除。

## 5.5 风速的测量

5.5.1 风速可用旋杯式风速计或其他风速计测量，风速计的测量误差应不超过±0.5m/s。

5.5.2 风速计应置于太阳热水器的顶部附近且通风良好的地方，距离太阳热水器10m以内。

## 6 试验步骤及数据处理

### 6.1 平均日效率的测定

6.1.1 将太阳热水器面向正南，并按实际使用时的倾角放置。对于倾角可以调节的太阳热水器，使倾角等于测试地点的纬度值。

6.1.2 在试验前一小时，或试验前一天的日落后，对太阳热水器上水。每平方米采光面积的上水量应不大于100kg。

6.1.3 贮水箱内按贮水容积等分的原则自上而下地布置三个或更多个测温点。对于自然循环式太阳热水器，测温点与贮水箱进出口的水平距离不小于10cm；对于闷晒式太阳热水器，测温点应位于贮水箱吸热面与背面的中间，以各点温度的算术平均值代表真实的贮水温度。

6.1.4 试验前，太阳热水器采光面用遮阳板遮住太阳辐射。

6.1.5 试验开始时，取掉遮阳板，时间每隔1h测试一次数据，全天总的测试时间，一般规定为8h。

6.1.6 将一天取得的测试数据，按式（1）计算出太阳热水器的平均日效率 $\eta_d$ ：

$$\eta_d = (MC_p (t_e - t_s) / (AH)) \dots\dots\dots (1)$$

- 式中： $\eta_d$ ——平均日效率，无因次；
- M——太阳热水器容水量，kg；
- $C_p$ ——水的定压比热容，J/（kg·℃）；
- $t_s$ ——初始贮水温度，℃；
- $t_e$ ——终止贮水温度，℃；
- A——太阳热水器采光面积，m<sup>2</sup>；
- H——累积太阳辐照量，J/m<sup>2</sup>。

并用每小时的测试数据，按算术平均方法计算出全天的平均贮水温度、平均环境温度和平均太阳辐照度。

6.1.7 在直流式太阳热水器的情况下， $t_s$ 是太阳集热器日平均进口水温， $t_e$ 是贮水箱内终止水温。一日内进口水温的波动幅度应不超过4℃，贮水箱终止水温应大于40℃。

### 6.2 平均热损系数的测定

6.2.1 本项试验是在无太阳辐照条件下进行。这可在室外日落后测定，也可在室内测定。[www.bxsdl.com](http://www.bxsdl.com)

6.2.2 按5.1.3条的要求在贮水箱内布置测温点。

6.2.3 当太阳热水器贮水温度为 $45 \pm 2^\circ\text{C}$ 时，开始记录测试数据。

6.2.4 对于贮水箱与太阳集热器合一的闷晒式太阳热水器，时间每隔1h测试一次数据，取四次数据，总的测试时间间隔为3h。在式（2）中，取 $\Delta\tau=10800\text{s}$ 。

6.2.5 对于贮水箱与太阳集热器分离的自然循环式、热管式、真空管式、相变式、双回路式和直流式等太阳热水器，时间每隔2h测试一次数据，取四次数据，总的测试时间间隔为6h。在式（2）中，取 $\Delta\tau=21600\text{s}$ 。

6.2.6 按式（2）～（4）计算出太阳热水器的平均热损系数 $U_L$ ：

$$u_L = MC_p (t_1 - t_4) / [A (t_m - t_a) \Delta\tau] \dots\dots\dots (2)$$

$$t_m = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) / 4 \dots\dots\dots (3)$$

$$t_a = (t_{a1} + t_{a2} + t_{a3} + t_{a4}) / 4 \dots\dots\dots (4)$$

式中： $U_L$ ——平均热损系数， $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ；

$t_m$ ——平均贮水温度， $^\circ\text{C}$ ；

$t_a$ ——平均环境温度， $^\circ\text{C}$ ；

$\Delta\tau$ ——时间间隔， $\text{s}$ 。

下角标1、2、3和4分别代表总的测试时间内的各次数据点。

### 6.3 非稳态效率的测定

6.3.1 按5.1.1～5.1.4条的要求做好试验准备。

6.3.2 试验时，取掉遮阳板，开始记录测试数据。但只有当贮水温度高于环境温度之后，测试数据方可使用。

6.3.3 测试数据的时间间隔，一般不小于15min，也不大于60min。在式（8）中， $\Delta\tau$ 的数值范围为900～3600s。

6.3.4 为避免非稳态效率出现负值，在试验期间太阳辐照度的变化不应引起贮水温度先下降后回升的现象。

6.3.5 在贮水温度达到最高值并开始下降后，测试数据不再使用。

6.3.6 将一天取得的测试数据，按式（5）～（8）整理出不同时刻的非稳态效率 $\eta$ 和 $(t_m - t_a) / I$ ：

$$\eta = MC_p (t_{i+1} - t_i) / [A (H_{i+1} - H_i)] \dots\dots\dots (5)$$

$$t_m = (t_i + t_{i+1}) / 2 \dots\dots\dots (6)$$

$$t_a = (t_{ai} + t_{ai+1}) / 2 \dots\dots\dots (7)$$

$$I = (H_{h+1} - H_i) / \Delta\tau \dots\dots\dots (8)$$

式中： $\eta$ ——非稳态效率，无因次；

$I$ ——平均太阳辐照度， $\text{W}/\text{m}^2$ 。

下角标*i*和*i+1*分别代表每个时间间隔的起始状态和结束状态。

6.3.7 至少再重复一次5.3.1~5.3.6条的试验步骤。第二次试验的初始贮水温度可以取前一天经白天日晒和夜间散失部分热量后，次日早晨的贮水温度。

6.3.8 将几次试验整理得到的各个数据点 $\eta$ 和  $(t_m - t_a) / I$ 用最小二乘法回归成太阳热水器的非稳态效率方程：

$$\eta = a - b (t_m - t_a) / I \dots\dots\dots (9)$$

式中：*a*——回归成直线方程的截距，无因次；

*b*——回归成直线方程的斜率， $W / (m^2 \cdot ^\circ C)$ 。

并将各数据点和回归后的非稳态效率曲线在 $\eta - (t_m - t_a) / I$ 坐标图上标绘，如图1所示。

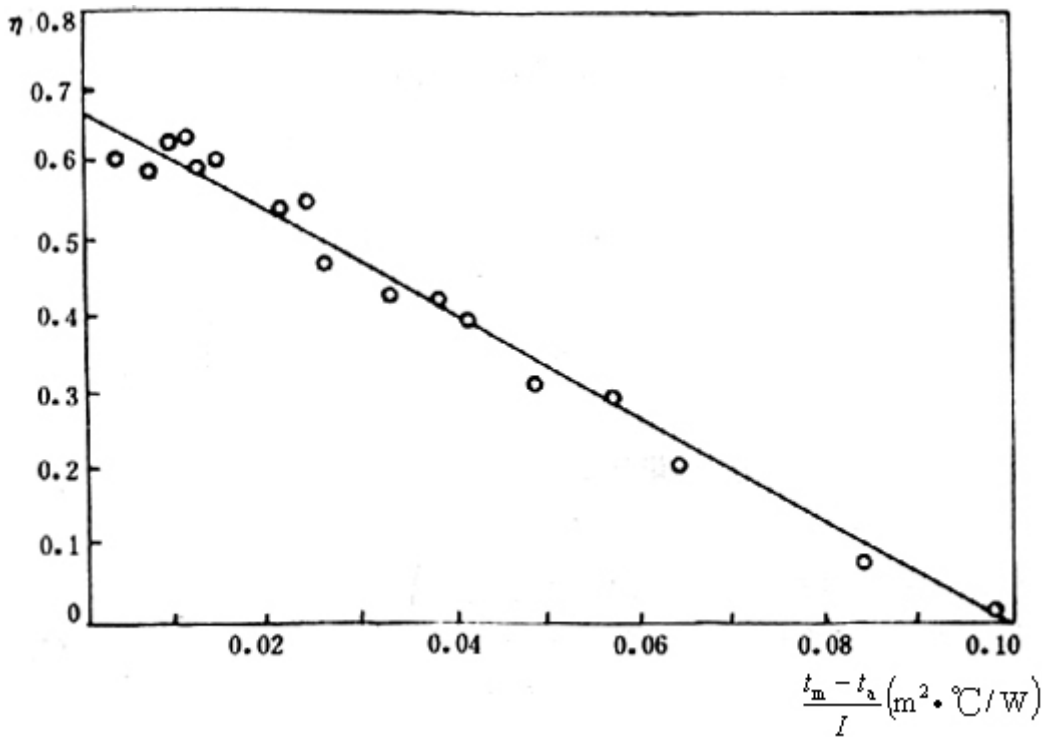


图 A1 家用太阳热水器非稳态效率曲线

非稳态效率方程不适用于直流式太阳热水器。

## 7 试验报告

7.1 试验结束后，应给出试验报告（见附录A）。

7.2 试验报告一般应包括下列内容：

7.2.1 试验日期和地点。

7.2.2 太阳热水器概述及结构示意图。

7.2.3 测试仪表。

7.2.4 试验方法。

7.2.5 测试数据汇总表。

7.2.6 热性能试验结果：

a. 平均日效率及当天试验条件；

b. 平均热损系数；

c. 非稳态效率方程。

7.2.7 试验人员及负责人签名。

## 附 录 A

### 家用太阳热水器热性能试验报告示例

(参考件)

#### A1 试验日期和地点

试验日期\_\_\_\_\_

试验单位\_\_\_\_\_地址\_\_\_\_\_

东经\_\_\_\_\_北纬\_\_\_\_\_海拔高度\_\_\_\_\_

#### A2 太阳热水器概述

A2.1 型号、名称\_\_\_\_\_

A2.2 制造单位\_\_\_\_\_

A2.3 太阳热水器类型\_\_\_\_\_

#### A2.4 太阳集热器

##### A2.4.1 透明盖板

材料\_\_\_\_\_层数\_\_\_\_\_厚度\_\_\_\_\_mm

采光面尺寸\_\_\_\_\_mm，采光面积\_\_\_\_\_m<sup>2</sup>

##### A2.4.2 吸热体

结构形式\_\_\_\_\_容水量\_\_\_\_\_kg

材料\_\_\_\_\_涂层\_\_\_\_\_

##### A2.4.3 隔热部件和外壳

侧面隔热材料\_\_\_\_\_厚度\_\_\_\_\_mm

背面隔热材料\_\_\_\_\_厚度\_\_\_\_\_mm

外壳材料\_\_\_\_\_外形尺寸\_\_\_\_\_mm

### A2.5 贮水箱（闷晒式太阳热水器可以不填此项）

隔热材料\_\_\_\_\_厚度\_\_\_\_\_mm

容水量\_\_\_\_\_kg，外形尺寸\_\_\_\_\_mm

### A2.6 太阳热水器结构示意图

### A3 测试仪表

累积太阳辐照量\_\_\_\_\_

贮水温度\_\_\_\_\_

环境温度\_\_\_\_\_

容水量\_\_\_\_\_

风速\_\_\_\_\_

### A4 平均日效率试验结果

#### A4.1 测试数据汇总表

时间	H	各点贮水温度t				t <sub>a</sub>	v
		(1)	(2)	(3)	平均值		
	kJ/m <sup>2</sup>	℃	℃	℃	℃	℃	m/s

#### A4.2 平均日效率






A6.3 非稳态效率方程表达式及其标绘图

$$\eta = \dots - (t_m - t_a) / I$$

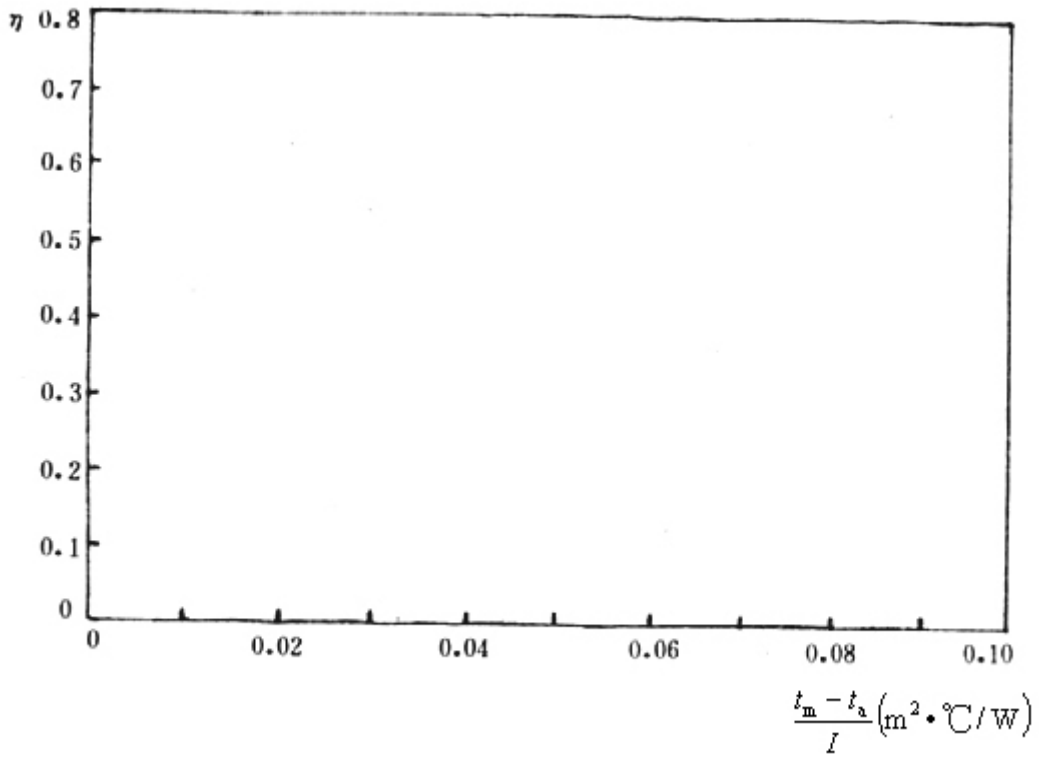


图 A1 家用太阳热水器非稳态效率曲线

A7 试验人员及负责人签名

\_\_\_\_\_