

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 34071—2018

家用太阳能热水系统测试方法

Test method for domestic solar water heating system

2018-06-06 发布

2018-10-01 实施



国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号与单位 1

5 热性能测试 2

6 结构性能和可靠性能测试 6

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国农村能源行业协会和农业农村部农业生态与资源保护总站提出。

本标准由能源行业农村能源标准化技术委员会(NEA/TC 8)归口。

本标准起草单位:国家太阳能热水器质量监督检验中心(北京)、青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司、山东光普太阳能工程有限公司、浙江斯帝特新能源有限公司、江苏省华扬太阳能有限公司、皇明太阳能股份有限公司、江苏迈能高科技有限公司、芜湖贝斯特新能源开发有限公司、广东万和新电气股份有限公司、北京华业阳光新能源有限公司、中国农村能源行业协会太阳能热利用专业委员会。

本标准主要起草人:张磊、周小雯、庄长宇、闵庆喜、邱培忠、黄永伟、刘海波、李杰、刘永政、黄逊青、贾铁鹰、张昕宇、万小春、尹建锋。

家用太阳能热水系统测试方法

1 范围

本标准规定了家用太阳能热水系统的热性能、结构性能和可靠性能的测试方法。

本标准适用于测试储水箱容水量不大于 0.6 m^3 的家用太阳能热水系统。不适用于测试期间需开启辅助加热的家用太阳能热水系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 12936 太阳能热利用术语

GB/T 18708 家用太阳热水系统热性能测试方法

GB/T 19141—2011 家用太阳能热水系统技术条件

ISO 9459-2:1995 太阳加热 家用热水系统 第2部分:系统特性的室外测试方法和太阳能系统的年性能预测 (Solar heating—Domestic water heating systems—Part 2: Outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar-only systems)

3 术语和定义

GB/T 12936、GB/T 18708 和 GB/T 19141—2011 界定的术语和定义适用于本文件。

4 符号与单位

下列符号和单位适用于本文件。

c_{pw} 水的比热容,单位为 $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;

H 集热器采光面的日太阳辐照量,单位为 MJ/m^2 ;

m_i 第 i 时刻排出水的质量,单位为 kg ;

Q_c 家用太阳能热水系统的集热量,单位为 MJ ;

Q_p 家用太阳能热水系统循环泵所消耗的电能,单位为 MJ ;

Q_s 储水箱中的水体积 V_s 内所含的系统得热量,单位为 MJ ;

t_a 日热性能试验期间,环境或周围空气的温度,单位为 $^\circ\text{C}$;

t_{ad} 日热性能试验期间,平均环境或周围空气的温度,单位为 $^\circ\text{C}$;

t_{as} 热损试验期间,储水箱附近的空气温度,单位为 $^\circ\text{C}$;

$t_{as(av)}$ 热损试验期间,储水箱附近的平均空气温度,单位为 $^\circ\text{C}$;

t_b 集热测试开始时储水箱内的水温,单位为 $^\circ\text{C}$;

t_{bi} 第 i 时刻储水箱内的水温,单位为 $^\circ\text{C}$;

t_d 排放的热水温度,单位为 $^\circ\text{C}$;

t_{di} 第 i 时刻排放的热水温度,单位为 $^\circ\text{C}$;

t_e 集热测试结束时储水箱内的水温,单位为 $^\circ\text{C}$;

t_f 热损测试中储水箱内的最终水温,单位为 $^\circ\text{C}$;

t_i 热损测试中储水箱内的初始水温,单位为 $^\circ\text{C}$;

U_s 储水箱的热损系数,单位为 W/K ;

- V_s 储水箱中的流体体积,单位为 m^3 ;
 ρ_w 水的密度,单位为 kg/m^3 ;
 $\Delta\tau$ 热损测试中储水箱的降温时间间隔,单位为 s ;
 v 测试期间周围空气的平均流动速率,单位为 m/s 。

5 热性能测试

5.1 一般要求

- 5.1.1 单天热性能中的系统日热性能测试,测试周期为当地太阳正午时前 4 h 到当地太阳正午时后 4 h。敞开式和开口式太阳能热水系统采用混水法,封闭式太阳能热水系统采用混水法或排水法。
5.1.2 单天热性能中的储水箱热损,实际使用中储水箱安装在室内的系统,应在室内进行测试,测试周期为 8 h。实际使用中储水箱安装在室外的系统应在室外进行测试,测试周期为午夜前后 4 h。
5.1.3 多天热性能包括至少 6 次系统日热性能测试和 1 次储水箱热损测试。

5.2 测试条件

5.2.1 系统日热性能

- 5.2.1.1 测试开始时 t_b 应在 $t_a \pm 3^\circ\text{C}$ 范围内。
5.2.1.2 测试期间 $H \geq 16 \text{ MJ}/\text{m}^2$ 。
5.2.1.3 测试期间 $v \leq 4 \text{ m}/\text{s}$ 。

5.2.2 储水箱热损

- 5.2.2.1 测试期间 $8^\circ\text{C} \leq t_{as} < 15^\circ\text{C}$ 时, t_i 应在 $50^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 范围内。
5.2.2.2 测试期间 $15^\circ\text{C} \leq t_{as} \leq 35^\circ\text{C}$ 时, t_i 应在 $(t_{as} + 35^\circ\text{C}) \pm 1^\circ\text{C}$ 范围内。
5.2.2.3 测试期间 $v \leq 4 \text{ m}/\text{s}$ 。

5.2.3 多天热性能

- 5.2.3.1 至少应有四个测试结果具有相近的 $(t_{ad} - t_b)$ 值,且 H 平均分布在 $8 \text{ MJ}/\text{m}^2 \sim 25 \text{ MJ}/\text{m}^2$ 范围内。
5.2.3.2 至少应有两个测试结果的 $(t_{ad} - t_b)$ 值高出或低于 5.2.3.1 中 $(t_{ad} - t_b)$ 值 9 K 以上。
5.2.3.3 每次测试的 $(t_{ad} - t_b)$ 值应在 $-5 \text{ K} \sim +20 \text{ K}$ 的范围内。

5.3 测试设备及装置

- 5.3.1 所用测试设备在测量范围内的性能参数,应符合表 1 的规定。

表 1 测试设备性能参数

| 参 数 | 最大允许误差/准确度等级 | 其 他 |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 太阳总辐射 | 1 级 | — |
| 环境温度 | $\pm 0.2^\circ\text{C}$ | 响应时间小于 5 s |
| 冷水入口温度 | $\pm 0.1^\circ\text{C}$ | 响应时间小于 5 s |
| 流体流量 | $\pm 1.0\%$ | — |
| 质量 | $\pm 1\%$ | — |
| 计时 | $\pm 0.2\%$ | — |
| 周围空气流动速率 | $\pm 0.5 \text{ m}/\text{s}$ | — |
| 家用太阳能热水系统循环泵耗电量 | 1.0 级 | — |
| 数据记录仪 | 模拟或数字记录仪的最大允许误差应不小于满量程的 $\pm 0.5\%$ | 时间常数应不小于 1 s,信号的峰值指示应在满量程的 50%~100%之间 |
| | 数字技术和电子积分器的最大允许误差应不大于测量值的 1.0% | — |
| 注:“—”为不适用。 | | |

- 5.3.2 测量结果应具备计量溯源性,测试设备应经有资质的机构校准并符合表 1 的规定。
- 5.3.3 环境温度传感器应放置在距离集热器和系统组件大于 1.5 m、小于 10 m 且高于地面 1 m 处的百叶箱内。
- 5.3.4 热性能的测试装置参考图 1、图 2。

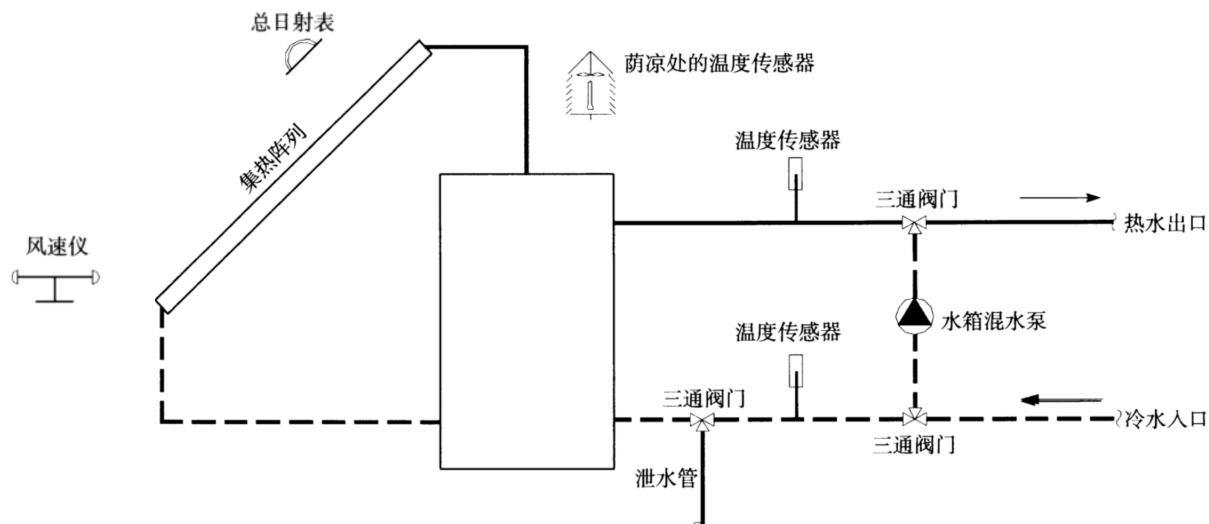


图 1 系统日热性能测试装置示意图

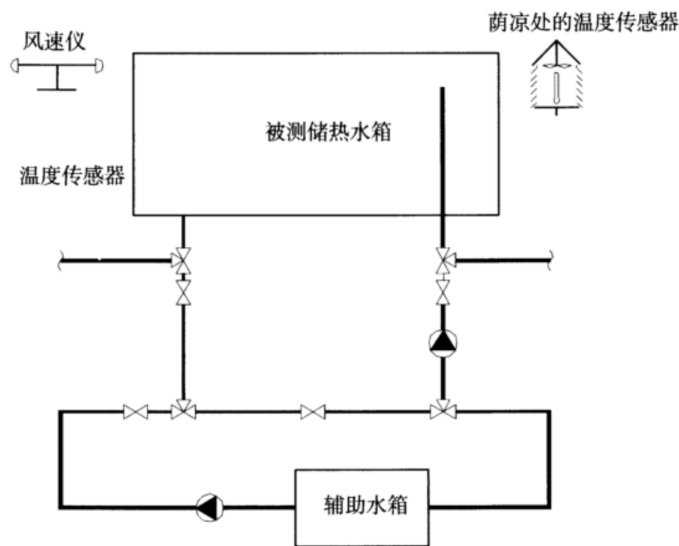


图 2 储水箱热损测试装置示意图

- 5.4 测试样机安装
- 5.4.1 家用太阳能热水系统的各个部件应按照制造商的说明书安装。系统内如有控制器应按照制造商的说明书设置。
- 5.4.2 储水箱应安装在制造商说明书中所允许的最低位置。对于强制循环系统,集热器与储水箱之间连接管道的总长度应不大于 2×3 m,管道的直径和保温应与制造商的安装说明一致。
- 5.4.3 系统应安装在制造商提供的安装支架上。如制造商未提供支架,则除非特别指明(例如系统是屋面的一部分),应使用敞开式安装系统。

5.4.4 如制造商未提供说明书,系统应按照以下要求进行安装:

- a) 安装应确保人身安全;
- b) 应考虑到集热器盖板玻璃破裂及热流体泄漏带来的危险;
- c) 系统应安装牢靠,能抵抗住阵风;
- d) 系统的安装不得遮挡集热器的采光面;
- e) 安装支架不应影响集热器或储水箱的保温。

5.5 测试步骤

5.5.1 测试期间测量参数

根据实际需要,按小时累计值记录 H 、 Q_p ,按小时平均值记录 t_a 、 t_{as} 、 v ,采样间隔不大于 10 min。

5.5.2 系统日热性能测试准备

5.5.2.1 彻底清洁集热器的采光面,检查系统的外观并记录。

5.5.2.2 开始测试前,罩上集热器,用温度不低于 t_b 的冷水以 400 L/h~600 L/h 的流量进行循环,以使整个系统的温度一致,至少 5 min 内储水箱的进口温度变化不大于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$,在这 5 min 期间的进口平均温度即为该系统的 t_b 。

5.5.2.3 记录过程中流量和温度。在测试即将开始前停止通水循环,并用阀门来截断旁通回路。

5.5.3 系统日热性能:混水法

5.5.3.1 集热器应在工作 8 h 后遮挡起来,启动混水泵,以 400 L/h~600 L/h 的流量,将储水箱底部的水抽到顶部进行循环来混合储水箱中的水。

5.5.3.2 至少 5 min 内储水箱进口水温的变化不大于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$,在这 5 min 期间的进口平均温度即为该系统的 t_c 。

5.5.4 系统日热性能:排水法

5.5.4.1 集热器应在工作 8 h 后遮挡起来,在热水从系统中排放前的 10 min~20 min 内,需通过泄水管将入口处的部分冷水放掉,在此期间,从储水箱通过泄水管的流量应为零。

5.5.4.2 以 400 L/h~600 L/h 的恒定流量补入冷水将储水箱中的热水排出。补入冷水温度应为 t_b 。

5.5.4.3 至少每 15 s 应测量一次 t_a ,至少每放出储水箱容积的 1/10 时记录一个平均值。

5.5.4.4 排出的水量应为 $3V_s$ 。如果排出 $3V_s$ 后,储水箱进出口温差仍 $> \pm 1\text{ K}$,则应继续排水直到储水箱进出口温差 $\leq \pm 1\text{ K}$ 为止。

5.5.4.5 在排水期间,补入冷水的温度波动不超过 $\pm 0.2^\circ\text{C}$,漂移不超过 0.1°C 。

5.5.5 储水箱热损

5.5.5.1 在测试开始以前,关掉辅助加热器,启动混水泵,将储水箱底部的水抽到顶部进行循环来混合储水箱中预先准备的水。

5.5.5.2 至少 5 min 内储水箱进口水温的变化不大于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$,在这 5 min 期间的进口平均温度即为该系统的 t_i 。

5.5.5.3 然后停止循环,关掉装有混水泵的管道的阀门,让储水箱降温 8 h。

5.5.5.4 每小时测量一次环境温度,9 次测量结果的平均值即为 $t_{as(av)}$ 。

5.5.5.5 测试至 460 min 时,启动混水泵,运行 5 min,以不低于 50°C 的水使储水箱外管道内的水温达到 t_i ,并使储水箱进口水温在 1 min 内的变化不大于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

5.5.5.6 测试至 465 min 时,调整阀门,运用混水泵,以 400 L/h~600 L/h 的流量,将储水箱底部的水抽到顶部进行循环来混合储水箱中的水。

5.5.5.7 至少 5 min 内储水箱进口水温的变化不大于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$,在这 5 min 期间的进口平均温度即为该

系统的 t_f 。

5.6 测试数据处理

5.6.1 系统日热性能:混水法

储水箱内水体体积 V_s 中所含得热量 Q_s 的计算见式(1)。

$$Q_s = \rho_w c_{pw} V_s (t_e - t_b) \quad \dots\dots\dots (1)$$

5.6.2 系统日热性能:排水法

家用太阳能热水系统内所含得热量 Q_c 的计算见式(2)。

$$Q_c = \sum_{i=1}^n m_i c_{pw} (t_{gi} - t_{bi}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

5.6.3 储水箱热损

储水箱的热损系数 U_s 的计算见式(3)。

$$U_s = \frac{\rho_w c_{pw} V_s}{\Delta \tau} \ln \left[\frac{t_i - t_{as(av)}}{t_f - t_{as(av)}} \right] \quad \dots\dots\dots (3)$$

5.6.4 多天热性能

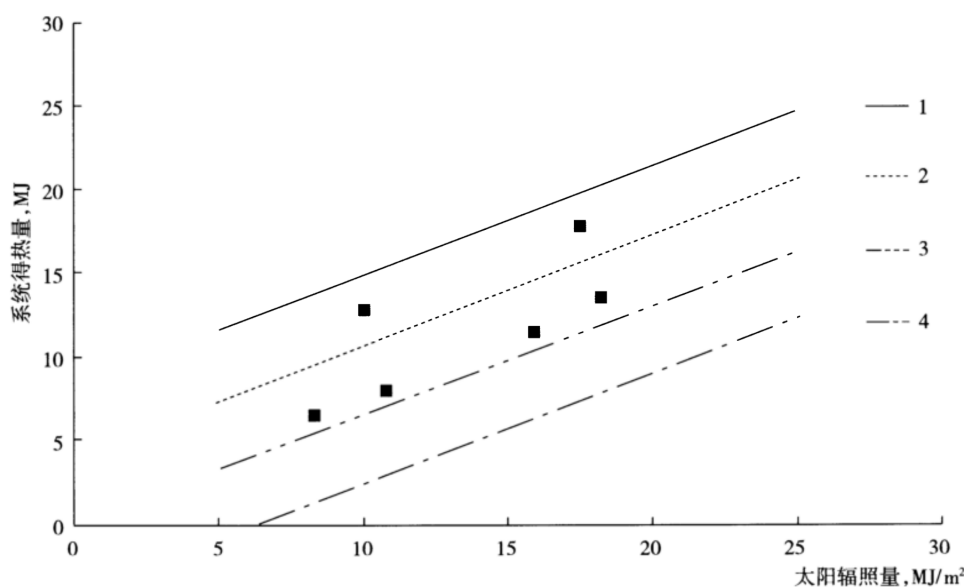
5.6.4.1 测试结果由在不同 H 值和 $(t_{ad} - t_b)$ 值下的输入-输出图表示。家用太阳能热水系统的性能关系式见式(4)。

$$Q_s = a_1 H + a_2 (t_{ad} - t_b) + a_3 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

a_1 、 a_2 、 a_3 ——由测试结果用最小二乘法进行拟合得出。

5.6.4.2 测试结果以图3和图4所示的输入-输出图给出,将测试点和由式(4)预示的在 $(t_{ad} - t_b) = -10\text{ K}$ 、 0 K 、 10 K 、 20 K 时的系统性能特性进行标绘。若这些 $(t_{ad} - t_b)$ 值未能包括 $(t_{ad} - t_b)$ 测试值的范围,则应标绘出附加的特征线。



说明:

1—— $(t_{ad} - t_b) = 20\text{ K}$;

2—— $(t_{ad} - t_b) = 10\text{ K}$;

3—— $(t_{ad} - t_b) = 0\text{ K}$;

4—— $(t_{ad} - t_b) = -10\text{ K}$ 。

图3 系统得热量 Q_s 与太阳辐照量的关系

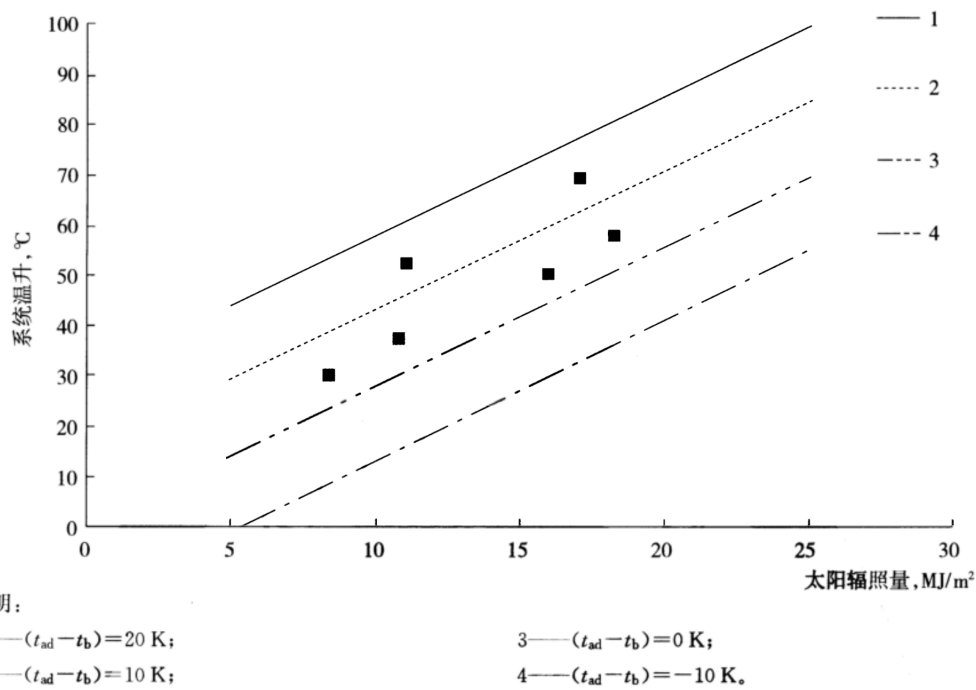


图 4 系统温升($t_{ad}-t_b$)与太阳辐照量的关系

5.6.4.3 系统的年性能预测按 ISO 9459 - 2:1995 规定的方法进行。

6 结构性能和可靠性能测试

家用太阳能热水系统的结构性能和可靠性能的测试方法按表 2 的规定执行。

表 2 结构性能和可靠性能测试方法

| 序号 | 项 目 | GB/T 19141—2011 |
|----|-----------|-----------------|
| 1 | 外观检查 | 8.1 |
| 2 | 储水箱检查 | 8.2 |
| 3 | 安全装置检查 | 8.3 |
| 4 | 耐压试验 | 8.4 |
| 5 | 水质检查 | 8.6 |
| 6 | 过热保护试验 | 8.7 |
| 7 | 电气安全 | 8.8 |
| 8 | 空晒试验 | 8.9 |
| 9 | 外热冲击试验 | 8.10 |
| 10 | 淋雨试验 | 8.11 |
| 11 | 内热冲击试验 | 8.12 |
| 12 | 防倒流检查 | 8.13 |
| 13 | 耐冻试验 | 8.14 |
| 14 | 耐撞击试验 | 8.15 |
| 15 | 支架强度和刚度试验 | 8.16 |
| 16 | 耐负压冲击试验 | 8.17 |
| 17 | 脉冲压力试验 | 8.18 |

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
家用太阳能热水系统测试方法

NB/T 34071—2018

* * *

中 国 农 业 出 版 社 出 版
(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码: 100125 网址: www.ccap.com.cn)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

* * *

开本 880mm×1230mm 1/16 印张 0.75 字数 15 千字

2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月北京第 1 次印刷

书号: 16109·4569

定价: 18.00 元



NB/T 34071—2018

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 59194261