



中华人民共和国国家标准

GB/T 20095—2006

太阳热水系统性能评定规范

Assessment code for performance of solar water heating systems

2006-02-24 发布

2006-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和单位	2
5 太阳热水系统分类与特征	2
6 性能要求	3
7 参数测量	5
7.1 测量仪表	5
7.2 太阳集热器轮廓采光面积测量	5
7.3 太阳辐照量测量	5
7.4 周围空气速率测量	5
7.5 环境温度测量	5
7.6 贮水箱试验水量测量	5
7.7 系统试验水温测量	5
7.8 太阳辐照量与集热试验数据同步测试方法	6
8 试验与检验方法	6
8.1 系统热性能试验	6
8.2 安全性能检验	9
8.3 系统运行状况	10
8.4 系统检修条件	10
8.5 系统外观质量	10
8.6 系统关键部件检验	10
9 检验规则	11
表 1 太阳热水系统分类	3
表 2 太阳热水系统技术要求	4

前 言

本标准由中华人民共和国科学技术和全国能源基础与管理标准化技术委员会提出。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会新能源和可再生能源分委员会归口。

本标准由中国农村能源行业协会太阳能热利用专业委员会、中国标准化研究院负责起草。中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会、北京市太阳能研究所、北京北方赛尔太阳能工程技术有限公司、北京清华阳光能源开发有限责任公司、山东皇明太阳能集团有限公司、北京九阳实业公司、北京天普太阳能工业有限公司、北京永恒深远太阳能技术中心等单位参与起草。

本标准主要起草人：杨金良、罗振涛、何梓年、贾铁鹰、孟庆峰、李鹏、刘崇恩、赵大山、刘桂永。

太阳热水系统性能评定规范

1 范围

本标准规定了太阳热水系统性能的检验和评定方法。

本标准适用于单个贮水箱有效容积大于或等于 0.6 m³ 的太阳热水系统。

本标准不适用于由多台家用太阳热水器组成的太阳热水系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 6424 平板型太阳集热器技术条件

GB/T 12936.1 太阳能热利用术语 第一部分

GB/T 12936.2 太阳能热利用术语 第二部分

GB/T 17049 全玻璃真空太阳集热管

GB/T 17581 真空管太阳集热器

GB/T 18713 太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范

GB/T 19141 家用太阳热水系统技术条件(GB/T 19141—2003,ISO 9806-2;1995,NEQ)

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50019 采暖通风与空气调节设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范

GB 50169 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范

GB 50171 电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范

GB 50185 工业设备及管道绝热工程质量检验评定标准

GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范

GB 50207 屋面工程质量验收规范

GB 50212 建筑防腐工程施工及验收规范

GB 50224 建筑防腐工程质量检验评定标准

GB 50242 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范

GB 50303 建筑电气安装工程施工质量验收规范

ISO 9488:1999 太阳能词汇

3 术语和定义

GB/T 12936.1、GB/T 12936.2 和 ISO 9488:1999 确立的及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

当地标准温差 local standard temperature difference

当地室外环境空气平均温度与 45℃ 差值的绝对值。

对于冬季使用且贮水箱放置在室外的太阳能热水系统,当地标准温差取当地室外环境空气日平均温度小于或等于 8°C 期间的平均温度与 45°C 差值的绝对值。

对于具有下列条件之一的太阳能热水系统,当地标准温差取当地室外环境空气年平均温度与 45°C 差值的绝对值:

- a) 贮水箱放置在室内的;
- b) 贮水箱放置在室外,但冬季不使用的;
- c) 当地室外日平均温度小于或等于 8°C 期间的天数为0的地区。

全国各地室外环境空气的年平均温度和室外环境空气日平均温度小于或等于 8°C 期间的平均温度可根据 GB 50019 的规定查取。

3.2

单位轮廓采光面积日有用得热量 daily useful energy per contour aperture area

在一定的太阳辐照量下,太阳能热水系统中太阳能集热器单位轮廓采光面积贮水箱内水的日得热量。

4 符号和单位

- A_c 太阳能热水系统中太阳能集热器的轮廓采光面积,单位为平方米(m^2);
- $A_{c,i}$ 太阳能热水系统第 i 个采光平面中太阳能集热器的轮廓采光面积,单位为平方米(m^2);
- c_{pw} 水的比热容,单位为千焦耳每千克摄氏度 $[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})]$;
- H 太阳能集热器采光口所在平面的日太阳辐照量,单位为兆焦耳每平方米(MJ/m^2);
- H_i 太阳能热水系统第 i 个采光平面的日太阳辐照量,单位为兆焦耳每平方米(MJ/m^2);
- q 太阳能热水系统单位轮廓采光面积的日有用得热量,单位为兆焦耳每平方米(MJ/m^2);
- q_{17} 日太阳辐照量为 $17 \text{ MJ}/\text{m}^2$ 时,太阳能热水系统单位轮廓采光面积的日有用得热量,单位为兆焦耳每平方米(MJ/m^2);
- t_a 太阳能集热器周围的环境空气温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- $t_{a(sav)}$ 贮水箱保温性能试验期间贮水箱周围的环境空气平均温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t_b 集热试验开始时贮水箱中水的平均温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t_c 集热试验中冷水的温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t_e 集热试验结束时贮水箱中水的平均温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t_f 贮水箱保温性能试验结束时贮水箱中水的平均温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t_i 贮水箱保温性能试验开始时贮水箱中水的平均温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- Δt_{be} 集热试验期间,被加热水的温升值,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- Δt_{tr} 贮水箱保温性能试验期间,贮水箱中水的温降值,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- Δt_s 太阳能热水系统的当地标准温差,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- Δt_{sd} 在当地标准温差条件下,贮水箱中水的温降值,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- Δt_{17} 日太阳辐照量为 $17 \text{ MJ}/\text{m}^2$ 时,贮水箱中水的温升值,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- V 贮水箱的有效容积,单位为立方米(m^3);
- V_s 贮水箱内的试验水量,单位为立方米(m^3);
- ρ_w 水的密度,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

5 太阳能热水系统分类与特征

根据本标准的需要,将太阳能热水系统按 4 种特征进行分类,每种特征又分成 2~3 种类型。各种特征的分类如表 1 所示。

表 1 太阳能热水系统分类

序号	分类特征	系统类型		
		类型 1	类型 2	类型 3
1	按贮水箱内水被加热的方式分类	直接系统	间接系统	—
2	按系统传热工质的流动方式分类	自然循环系统	强制循环系统	直流式系统
3	按系统传热工质与大气相通的情况分类	敞开系统	开口系统	封闭系统
4	按系统有无辅助热源分类	太阳能单独系统	太阳能带辅助热源系统	—

a) 按贮水箱内水被加热的方式分类

类型 1: 直接系统

贮水箱内的水直接流经太阳集热器的太阳能热水系统。

类型 2: 间接系统

贮水箱内的水通过换热器被太阳集热器内的传热工质加热的太阳能热水系统。

b) 按系统传热工质的流动方式分类

类型 1: 自然循环系统

仅利用传热工质的密度变化来实现传热工质循环的太阳能热水系统。

类型 2: 强制循环系统

利用泵或其他外部动力迫使传热工质进行循环的太阳能热水系统。

类型 3: 直流式系统

待加热的传热工质一次流过太阳集热器后进入蓄热装置或进入使用点的太阳能热水系统。

对于间接系统,流经太阳集热器传热工质的流动方式与贮水箱内被加热的传热工质(通常情况下被加热的传热工质是水)的流动方式有可能不同,应按加热和被加热传热工质的流动方式分别进行分类。

c) 按系统传热工质与大气相通状况分类

类型 1: 敞开系统

传热工质与大气有大面积接触的太阳能热水系统。接触面主要在蓄热装置的敞开口。

类型 2: 开口系统

传热工质与大气的接触处仅限于补给箱和膨胀箱的自由表面或排气管开口的太阳能热水系统。

类型 3: 封闭系统

传热工质与大气完全隔绝的太阳能热水系统。

对于间接系统,流经太阳集热器的传热工质与大气相通的状况和贮水箱内水与大气相通的状况有可能不同,应按传热工质与大气相通的状况和贮水箱内水与大气相通的状况分别进行分类。

d) 按系统有无辅助热源分类

类型 1: 太阳能单独系统

没有任何辅助热源的太阳能热水系统

类型 2: 太阳能带辅助热源系统

联合使用太阳能和辅助热源并可依赖太阳能而提供所需热能的太阳能热水系统。

6 性能要求

6.1 对于贮水箱内水被加热后的设计温度不高于 60℃ 的系统,系统性能应符合表 2 的规定。

6.2 对于贮水箱内水被加热后的设计温度高于 60℃ 的系统,系统热性能应符合设计要求,除热性能以外的其他性能指标应符合表 2 的要求。

表 2 太阳热水系统技术要求

项 目		技 术 要 求	试验方法
热 性 能	日有用得热量	对于直接系统 $q_{11} \geq 7.0 \text{ MJ/m}^2$; 对于间接系统 $q_{11} \geq 6.3 \text{ MJ/m}^2$	8.1.3
	升温性能	系统的 $\Delta t_1 \geq 25^\circ\text{C}$;	
	贮水箱保温性能	$V \leq 2 \text{ m}^3$ 时, $\Delta t_{24} \leq 8^\circ\text{C}$; $2 \text{ m}^3 < V \leq 4 \text{ m}^3$ 时, $\Delta t_{24} \leq 6.5^\circ\text{C}$; $V > 4 \text{ m}^3$ 时, $\Delta t_{24} \leq 5^\circ\text{C}$	8.1.4
安 全 性 能	抗风雪	系统抗风雪措施应符合设计要求	8.2.1
	防雨	系统怕雨淋的室外部件应有防雨措施	8.2.2
	防冻	系统防冻设计和安装符合 GB/T 18713 的要求	8.2.3
	防雷击	系统处于避雷装置的保护范围内	8.2.4
	建筑防水	建筑不渗不漏	8.2.5
	防腐蚀	系统易腐蚀构件的防腐措施符合 GB 50212 和 GB 50224 的规定	8.2.6
	承重安全	系统承重基础应能安全承受该位置可能的最大荷载	8.2.7
	接地保护	系统所有金属部件应与接地装置连接,并符合 GB 50169 的要求	8.2.8
	剩余电流保护	系统电气装置应有剩余电流保护措施,剩余电流保护的动作电流应符合设计要求	8.2.9
	防渗漏	系统应进行检漏试验,试验方法和试验结果应符合 GB 50242 的要求	8.2.10
	超压保护	敞开和开口系统被加热液体应有膨胀空间,并与大气相通,封闭系统应有膨胀罐和超压泄压装置	8.2.11
	过热保护	敞开和开口系统能自动回到正常运行状态;封闭系统有过热保护装置	8.2.12
	水质	系统本身不使水质产生异味、铁锈或其他有碍人体健康的物质	8.2.13
运行状况		系统连续运行 3 d,应工作正常,各项功能达到设计要求	8.3
检修条件		系统应便于检修	8.4
外观质量		系统外观应整洁、美观,无明显瑕疵	8.5
关 键 部 件	支架	钢支架焊接应符合 GB 50205 的要求,防腐措施应符合 GB 50212 和 GB 50224 的要求。	8.6.1
	太阳集热器	平板型太阳集热器应符合 GB/T 6424 的规定; 真空管太阳集热器应符合 GB/T 17581 的规定; 全玻璃真空太阳集热管应符合 GB/T 17049 的规定	8.6.2
	贮水箱	贮水箱内胆材料应能承受系统的最高工作温度;贮水箱内壁需要进行防腐处理的,防腐材料应能承受贮水箱内壁的最高工作温度。 贮水箱与承重基础之间应牢固固定	8.6.3
	系统管路	系统管路和泵阀的安装应符合 GB 50242 的规定	8.6.4
	系统保温	管路与设备的保温应符合 GB 50185 的规定	8.6.5
	电气装置	电缆线路安装应符合 GB 50168 的规定; 电气控制盘、柜的安装应符合 GB 50171 的规定; 其他电气设备的安装应符合 GB 50303 的规定; 电气接地措施应符合 GB 50169 的规定	8.6.6
	辅助热源	直接加热的电热管的安装应符合 GB 50303 的相关要求; 供热锅炉及辅助设备的安装应符合 GB 50242 的相关要求	8.6.7

7 参数测量

7.1 测量仪表

- 7.1.1 应使用一级总日射表测量太阳辐照量。总日射表应按国家规定进行校准。
- 7.1.2 测量环境温度的温度仪表的准确度应为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，测量水温的温度仪表的准确度应为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。
- 7.1.3 测量空气流速的风速仪的准确度应为 $\pm 0.5\text{ m/s}$ 。
- 7.1.4 计时的钟表的准确度应为 $\pm 0.2\%$ 。
- 7.1.5 测量冷水体积的仪表的准确度应为 $\pm 1.0\%$ 。
- 7.1.6 测量长度的钢卷尺或钢板尺的准确度应为 $\pm 1.0\%$ 。
- 7.1.7 测量压力的仪表的准确度应为 $\pm 5.0\%$ 。

7.2 太阳集热器轮廓采光面积测量

根据 GB/T 19141 的定义和计算方法，测量计算太阳集热器的轮廓采光面积。

7.3 太阳辐照量测量

- 7.3.1 总日射表传感器应安装在太阳集热器高度的中间位置，并与太阳集热器采光平面平行，两平面的平行度相差应小于 $\pm 1^{\circ}$ 。
- 7.3.2 总日射表传感器的安装位置应避免太阳集热器的反射对其测量结果产生影响。
- 7.3.3 应防止总日射表的座体及其外露导线被太阳晒热。
- 7.3.4 在整个测试期间，总日射表不应遮挡太阳集热器采光，并不被其他物体遮挡。
- 7.3.5 对于太阳集热器处在不同采光平面上的太阳热水系统，应根据太阳集热器不同的采光平面分别设置总日射表。总日射表的放置位置和要求同 7.3.1~7.3.4。

7.4 周围空气速率测量

应分别测量太阳集热器和贮水箱周围的空气流速。风速仪应分别放置在与太阳集热器中心点同一高度和贮水箱中心点同一高度的遮荫处，分别距离太阳集热器和贮水箱 1.5 m~10.0 m 的范围内。

7.5 环境温度测量

应分别测量太阳集热器和贮水箱周围的环境温度。温度测量仪表应分别放置在与太阳集热器中心点相同高度和贮水箱中心点相同高度的遮阳通风处，分别距离太阳集热器和贮水箱 1.5 m~10.0 m 的范围内。

7.6 贮水箱试验水量测量

- 7.6.1 试验水量是指试验结束时贮水箱内的水在冷水进水状态下的水量。试验水量不包括管路和太阳集热器或换热器内的水。
- 7.6.2 对于贮水箱内的水是直流式加热的太阳热水系统，可将流量仪表安装在太阳热水系统的冷水进水管路上，通过测量计算试验结束和开始时流量仪表流量读数的差值，就可计算出贮水箱的试验水量。
- 7.6.3 对于贮水箱内的水是自然循环或强制循环加热的太阳热水系统，可在系统的冷水进水管路上安装一块流量仪表，测量进入系统的总水量；在贮水箱水循环加热系统的下循环管路与贮水箱接口处安装另一块流量仪表，测量进入循环管路和太阳集热器或换热器的水量。两块流量仪表测量的水量读数差值的绝对值就是贮水箱的试验水量。注意在系统注水过程中应通过贮水箱的下循环管向系统循环管路(包括太阳集热器或换热器)注水。

7.7 系统试验水温测量

7.7.1 贮水箱混水方式

7.7.1.1 扰动混水法

对于设有人孔的贮水箱，可在贮水箱内底部的中间位置放置一台潜水泵，通过潜水泵使贮水箱内的水产生剧烈扰动，以达到混水的目的。潜水泵每小时的流量应不小于贮水箱容量的 30%，潜水泵耐受的最高工作温度应高于贮水箱内水的最高温度。

7.7.1.2 循环混水法

对于没有设置人孔或者虽设置了人孔但不便打开的贮水箱,可在贮水箱外部安装一台循环泵,通过循环泵将贮水箱底部的水泵入贮水箱顶部。贮水箱顶部的进水口位置和底部的出水口位置可根据贮水箱原有的接口位置选择确定。循环回路使用的材料应适用于系统被加热的工质,并能承受系统贮水箱的最高工作温度。管道应减少到最短,管道外进行保温处理,保温层外表面裹覆具有反光性能的材料。

循环泵耐受的最高工作温度应高于贮水箱内水的最高温度,水泵每小时的流量应不小于贮水箱容水量的30%。

7.7.2 贮水箱水温测量

根据贮水箱的接口位置,在贮水箱内水面的最上部和最下部位置的接口处分别设置一个测量贮水箱上下部水温的测温装置。

7.7.3 冷水温度测量

在冷水进水处安装温度测量仪表,测量冷水的进水温度 t_c 。

7.8 太阳辐照量与集热试验数据同步测试方法

7.8.1 对于贮水箱内的水是自然循环加热的太阳热水系统,可利用系统的自然流动解决试验数据的同步测量问题。

7.8.2 对于贮水箱内的水是强制循环加热的太阳热水系统,可利用系统本身配置的循环泵解决试验数据的同步测量问题。

7.8.3 对于贮水箱内的水是直流式加热的太阳热水系统,可通过适当调整试验开始和结束时间并同步记录太阳辐照量、冷水温度和产热量等数据,解决试验数据的同步测量问题。

8 试验与检验方法

8.1 系统热性能试验

8.1.1 系统要求

系统应按原设计要求安装调试合格,并至少正常运行3d,才能进行热性能试验。

8.1.2 试验用冷水要求

试验用冷水应采用该系统投入正常使用时的实际用水,冷水水温 $8^{\circ}\text{C}\leq t_c\leq 25^{\circ}\text{C}$ 。

8.1.3 日有用得热量和升温性能试验

8.1.3.1 试验对气象条件和太阳辐照量的要求

系统进行试验时,气象条件和太阳辐照条件应符合以下要求:

- 环境温度 $8^{\circ}\text{C}\leq t_a\leq 39^{\circ}\text{C}$;
- 环境空气的平均流动速率不大于4m/s;
- 对于太阳集热器采光面正南放置和南偏东、南偏西放置且试验时间可以达到8h的太阳热水系统, $H\geq 17\text{ MJ/m}^2$;对于太阳集热器采光面南偏东、南偏西、正东、正西放置但试验时间达不到8h的太阳热水系统,在当地太阳正午时前4h到太阳正午时后4h期间,正南方向与太阳集热器同一倾角斜面上的太阳辐照量应大于或等于 17 MJ/m^2 。

8.1.3.2 其他要求

该试验只测试系统的太阳能加热部分。对于太阳能单独系统,可按照规定的步骤进行试验;对于太阳能带辅助热源系统,试验期间应关闭辅助热源,仅对太阳能加热部分进行试验。

8.1.3.3 试验起止时间

当太阳集热器采光面正南放置时,对于自然循环和强制循环系统,试验起止时间为当地太阳正午时前4h到太阳正午时后4h,共计8h;对于直流式系统,试验起止时间为当地太阳正午时前4h左右到太阳正午时后4h左右,共计 $8\text{ h}\pm 0.5\text{ h}$ 。

当太阳集热器采光面南偏东、南偏西、正东、正西放置时,试验起止时间应调整到太阳集热器能够最

大限度地采集太阳光的时间区间,但试验时间最长不超过太阳集热器采光面正南放置时规定的试验时间,最短不少于4 h。

8.1.3.4 贮水箱内的水是自然循环或强制循环的太阳热水系统的试验方法

- a) 打开系统冷水阀门向系统充水,充水过程中,应及时排除系统内的空气。系统充满水后,应测量计算出系统贮水箱的试验水量 V 。
- b) 在试验开始前 30 min,启动贮水箱的混水装置进行混水,使贮水箱上下部水温差别在 1°C 以内。对于强迫循环系统,还应同时手动启动太阳热水系统的循环泵。
- c) 试验开始时,应同时记录总日射表太阳辐照量读数,并将强制循环系统循环水泵置于正常运行控制状态,同时应关闭贮水箱的混水装置,记录贮水箱上下部水温。贮水箱上下部水温的平均值就是试验开始时贮水箱内的水温 t_b 。
- d) 试验结束时,应记录总日射表太阳辐照量读数,同时关闭系统上下循环管路与贮水箱之间的阀门,关闭强制循环系统的循环泵,启动贮水箱的混水装置。当贮水箱上下部水温差值降到 1°C 以内时,记录贮水箱上下部水温。贮水箱上下部水温的平均值就是试验结束时贮水箱内的水温 t_e 。
- e) 计算试验结束与试验开始时太阳辐照量读数的差值就是试验期间单位轮廓采光面积的太阳辐照量 H 。对于处在不同采光平面上的太阳热水系统,应分别计算试验期间不同采光平面单位轮廓采光面积的太阳辐照量。

8.1.3.5 贮水箱内的水是单一的直流式加热的太阳热水系统和刚开始加热时是直流式加热、待贮水箱内的水位达到设定高度后又转入强制循环的太阳热水系统的试验方法

- a) 手动打开系统进水管路上起定温作用的阀门或水泵,向系统充水。充水过程中,应及时排除系统内的空气。系统充满水后,将定温控制器置于正常工作状态。打开系统贮水箱的排污阀,排净贮水箱内的水,并使排污阀一直处于打开状态,以排除系统试验开始前产生的热水。
- b) 当地太阳正午前 4 h 左右,当系统产生定温热水,起定温作用的阀门或水泵自动启动又自动停止后,试验开始。此时应记录试验开始时间、冷水进水管路上的流量仪表的流量读数和冷水温度 t_c 、总日射表太阳辐照量读数等数据。当贮水箱排出系统试验开始前产生的热水后,关闭贮水箱的排污阀,确保系统试验开始后所产生的热水全部贮存在贮水箱内。
- c) 试验开始后,起定温作用的阀门或水泵每次启动又停止后,应记录停止的时间、冷水进水管路上流量仪表的流量的读数和冷水温度 t_c 、总日射表太阳辐照量读数等数据,直至试验结束。
- d) 对于单一的直流式加热的太阳热水系统,如果试验期间系统产生的热水可能使贮水箱满水溢流时,以贮水箱可能溢流前系统起定温作用的阀门或水泵自动启动又自动停止后的时间作为试验结束时间;如果试验期间系统产生的热水不会使贮水箱满水溢流的,以当地太阳正午后 4 h,起定温作用的阀门或水泵自动启动又自动停止后的时间作为试验结束时间;如果过了当地太阳正午后 4 h,系统 30 min 内未产生热水,则以系统前一次产生热水后的时间作为试验结束时间。
- e) 对于刚开始加热时是直流式加热、待到贮水箱内的水位达到设定高度后又转入强制循环的太阳热水系统,如果试验期间系统一直处于直流式加热状态的,应按单一的直流式加热的太阳热水系统来确定试验结束的时间;如果试验期间系统转入了强制循环的,以当地太阳正午后 4 h 作为试验结束的时间。
- f) 系统试验结束时,对于单一的直流式加热的太阳热水系统,应立即关闭系统起定温作用的阀门或水泵前后的阀门;对于刚开始加热时是直流式加热、待到贮水箱内的水位达到设定高度后又转入强制循环的太阳热水系统,还应关闭系统上下循环管路与贮水箱之间的阀门,关闭贮水箱的循环泵。同时应记录试验结束时间、冷水进水管路上流量仪表读数和冷水温度 t_c 、总日射表太阳辐照量读数、贮水箱上下部水温等数据,并同时启动贮水箱的混水装置,使贮水箱上下部

水温差值降到 1℃ 以内,记录贮水箱上下部水温。贮水箱上下部水温的平均值就是试验结束时贮水箱内的水温 t_e 。

- g) 计算试验结束与试验开始时冷水进水管路上流量仪表流量读数的差值,就是贮水箱的试验水量 V_s ;试验期间冷水水温 t_c 的平均值就是试验开始时贮水箱内的水温 t_b ;试验结束与试验开始时太阳辐照量读数的差值就是试验期间系统单位轮廓采光面积的太阳辐射量 H 。对于处在不同采光平面上的太阳热水系统,应分别计算试验期间不同采光平面单位采光面积的太阳辐照量。

8.1.3.6 日有用得热量和升温性能的计算

系统试验期间单位轮廓采光面积的日有用得热量 q 用式(1)计算:

$$q = \frac{\rho_w c_{pw} V_s (t_e - t_b)}{1000 A_c} \dots\dots\dots (1)$$

换算成太阳辐照量为 17 MJ/(d·m²)时的日有用得热量 q_{17} 用式(2)进行计算:

$$q_{17} = 17 \frac{q}{H} \dots\dots\dots (2)$$

当系统的太阳集热器不在同一采光平面时,可根据不同的采光平面用式(3)计算系统的 q_{17} 值:

$$q_{17} = \frac{17 \rho_w c_{pw} V_s (t_e - t_b)}{1000 \sum_{i=1}^n H_i A_{ci}} \dots\dots\dots (3)$$

太阳辐射量为 17 MJ/(d·m²)时,贮水箱的温升 Δt_{17} 用式(4)计算:

$$\Delta t_{17} = \frac{17(t_e - t_b)}{H} \dots\dots\dots (4)$$

当系统的太阳集热器不在同一采光平面时,可根据不同的采光平面用式(5)计算系统的贮水箱的温升 Δt_{17} 值:

$$\Delta t_{17} = \frac{17(t_e - t_b) \sum_{i=1}^n A_{ci}}{\sum_{i=1}^n H_i A_{ci}} \dots\dots\dots (5)$$

8.1.4 贮水箱保温性能试验

8.1.4.1 试验气象条件要求

系统进行试验期间,环境空气流动平均速率不大于 4 m/s。

8.1.4.2 试验用水水量要求

在保温性能试验开始前,应将贮水箱充满不低于 50℃ 的热水。关闭贮水箱上所有的阀门,避免贮水箱保温试验受到管路、太阳集热器或换热器散热和使用热水等因素的影响。

8.1.4.3 其他要求

该试验只测试贮水箱的保温性能。对于太阳能单独系统,可按照规定的步骤进行试验;对于太阳能带辅助热源系统,试验期间应关闭辅助热源。

8.1.4.4 试验时间

贮水箱保温性能试验一般应在晚上 8:00 至第二天早晨 6:00,试验时间共计 10 h。

8.1.4.5 试验方法

- a) 启动贮水箱的混水装置,直到贮水箱上下部水温差值在 ±1℃ 以内。
- b) 试验开始时,关闭贮水箱的混水装置,记录贮水箱上下部水温并计算其平均温度 t_r ,并同时记录时间、贮水箱周围的环境温度和风速等。以后每隔 1 h 记录一次上述数据。
- c) 试验结束前 15 min,启动贮水箱的混水装置,使试验结束时贮水箱上下部水温差值在 ±1℃ 以内。当试验时间达到 10 h 时,试验结束。记录贮水箱上下部水温并计算其平均温度 t_e 。

d) 计算试验期间 11 次环境温度的平均值,得出贮水箱附近的平均环境温度 $t_{\text{ext(av)}}$ 。

8.1.4.6 贮水箱保温性能计算

贮水箱试验期间的温降 Δt_{tr} 用式(6)计算:

$$\Delta t_{\text{tr}} = t_r - t_f \quad \dots\dots\dots (6)$$

贮水箱水温在当地标准温差下的温降 Δt_{nd} 用式(7)计算:

$$\Delta t_{\text{nd}} = \frac{(t_r - t_f) \Delta t_s}{(t_r + t_f) / 2 - t_{\text{ext(av)}}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

8.2 安全性能检验

8.2.1 系统抗风雪措施

系统抗风雪措施应按设计要求进行检验。

8.2.2 系统防雨措施

系统怕雨淋的室外部件的防雨措施应按设计要求进行检验。

8.2.3 系统防冻

系统的防冻设计和安装应按 GB/T 18713 的要求进行检验。

8.2.4 系统防雷击

对于不处于建筑物避雷装置保护范围内的系统,应按 GB 50057 的规定检验系统的防雷击措施。

8.2.5 建筑防水

与建筑同步设计施工的系统,系统建筑部分的防水措施应符合 GB 50207 的要求。在既有建筑上后安装的系统,应不破坏建筑原有的防水层;如果破坏了建筑原有的防水层,被破坏部分应重做防水,并按 GB 50207 的要求进行检验。

8.2.6 防腐蚀

系统易腐蚀构件的防腐措施应按 GB 50212 和 GB 50224 的规定进行检验。

8.2.7 承重安全

贮水箱应设置在建筑物的承重位置上,贮水箱和太阳能集热器充满水时的最大荷载应在建筑物能够安全承受的范围内。系统其他部件放置的位置应能安全承受该部件的最大荷载。

8.2.8 接地保护

系统所有金属部件应与接地装置连接,接地措施应按 GB 50169 的规定进行检验,系统所有金属部件的接地电阻值应符合设计要求。

8.2.9 剩余电流保护

检查电气系统是否有剩余电流保护措施,保护电流是否符合设计要求,检查剩余电流保护动作装置是否可靠,并记录上述检查结果。

8.2.10 防渗漏

各种承压管路系统和设备应做水压试验,非承压管路系统和设备应做灌水试验。水压试验和灌水试验应按 GB 50242 的规定进行,试验结果应符合 GB 50242 的要求。

8.2.11 超压保护

检查敞开和开口系统的被加热液体是否留有膨胀空间,并与大气相通。

检查封闭系统是否安装有安全泄压阀,安全泄压阀的规格型号应符合设计要求。

8.2.12 过热保护

检查封闭系统的贮水箱上是否安装有过热保护装置。

系统在强太阳辐射、且不使用或消耗系统所积存的能量的条件下集热,连续运行 3 d,检查系统工作情况,并记录检查结果。

8.2.13 水质检查

将系统注满符合卫生标准的水,在晴天条件下连续工作 3 d 后排出热水检查,热水应无异味、铁锈

或其他有碍人体健康的物质。

8.3 系统运行状况

系统调试合格后,按照实际工作状态连续运行3 d,检验太阳热水系统运行是否正常,控制系统动作是否正确,各种仪表的显示是否正确等,并记录检验结果。

8.4 系统检修条件

检查系统是否留有日常维护维修所必须的空间和通道,是否安装有供调试、维修所必需使用的仪表、阀门,管路易损部件是否安装有活接头或法兰。

8.5 系统外观质量

用视觉对太阳热水系统的外观进行检查,看是否有明显瑕疵,外观是否整洁干净。

8.6 系统关键部件检验

8.6.1 系统支架

太阳热水系统的支架材料应有质检合格证明。系统支架的抗风措施应符合 GB 50009 的要求。钢支架焊接应符合 GB 50205 的要求,防腐措施应符合 GB 50212 和 GB 50224 的要求。

8.6.2 太阳集热器

系统安装的太阳集热器的质量应符合以下标准,并有质检合格证明。太阳集热器之间的连接方式应合理可靠,集热器与支架应固定牢靠。

平板型太阳集热器应符合 GB/T 6424 的规定。

真空管太阳集热器应符合 GB/T 17581 的规定。

真空太阳集热管应符合 GB/T 17049 的规定。

8.6.3 贮水箱

贮水箱与承重基础之间应牢靠固定。

工厂制作的成品贮水箱应质量合格,并有质检合格证明。

现场制作的贮水箱内胆材料应能承受系统的最高工作温度;贮水箱内壁需要做防腐处理的,防腐材料应至少能耐受贮水箱内壁的最高工作温度。

8.6.4 系统管路

系统管路和管路上的泵阀等关键配件应质量合格,并有质检合格证明。

管路及泵阀的安装应符合 GB 50242 的规定。

8.6.5 系统保温

系统选用的保温材料应质量合格,并有质检合格证明。

系统保温应符合 GB 50185 的规定。

8.6.6 电气装置

系统选用的电气配件与材料应质量合格,并有质检合格证明。

电缆线路施工应符合 GB 50168 的规定。

电气控制盘、柜的安装应符合 GB 50171 的规定。

其他电气设备的安装应符合 GB 50303 的规定。

电气接地应符合 GB 50169 的规定。

8.6.7 辅助热源

系统选用的辅助热源设备应质量合格,并有质检合格证明。

直接加热的电热管的安装应符合 GB 50303 的相关要求。

供热锅炉及辅助设备的安装应符合 GB 50242 的相关要求。

9 检验规则

9.1 检验类别

太阳能热水系统性能检验分为验收检验和型式检验。

9.2 验收检验

9.2.1 所有太阳能热水系统交接给用户前,应进行验收检验。

9.2.2 对于贮水箱内水被加热后的设计温度不高于60℃的系统,验收检验应按本标准8.1.4、8.2、8.3、8.4、8.5、8.6的规定进行检验。

9.2.3 对于贮水箱内水被加热后的设计温度高于60℃的系统,贮水箱保温性能检验应按设计要求进行,其他性能应按本标准8.2、8.3、8.4、8.5、8.6的规定进行检验。

9.3 型式检验

9.3.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 国家质量监督检验机构提出进行型式检验要求的;
- b) 合同双方有争议,有一方要求对系统进行型式检验的;
- c) 由于其他原因需要对太阳能热水系统进行型式检验的。

9.3.2 对于贮水箱内水被加热后的设计温度不高于60℃的系统,型式检验应按本标准8.1、8.2、8.3、8.4、8.5、8.6规定的方法和要求进行检验。

9.3.3 对于贮水箱内水被加热后的设计温度高于60℃的系统,系统热性能应按设计要求进行检验,其他性能应按本标准8.2、8.3、8.4、8.5、8.6的规定进行检验。

9.4 判定规则

9.4.1 对于贮水箱内水被加热后的设计温度不高于60℃的系统,验收检验的结果应符合本标准表2的规定。按本标准8.1.4、8.2、8.3规定的方法检验的各项指标有一项指标不合格,则系统判定为不合格;其余各项指标有两项不合格的,则系统判定为不合格。

9.4.2 对于贮水箱内水被加热后的设计温度高于60℃的系统,验收检验的结果应符合设计要求和本标准表2的规定。贮水箱保温性能检验达不到设计要求或者按本标准8.2、8.3规定的方法检验的各项指标有一项指标不合格的,则系统判定为不合格;其余各项指标有两项不合格的,则系统判定为不合格。

9.4.3 对于贮水箱内水被加热后的设计温度不高于60℃的系统,型式检验的结果应符合本标准表2的规定。按本标准8.1、8.2、8.3规定的方法检验的各项指标有一项指标不合格,则系统判定为不合格;其余各项指标有两项不合格的,则系统判定为不合格。

9.4.4 对于贮水箱内水被加热后的设计温度高于60℃的系统,型式检验的结果应符合设计要求和本标准表2的规定。系统热性能检验的各项指标有一项指标达不到设计要求或者按本标准8.2、8.3规定的方法检验的各项指标有一项指标不合格的,则系统判定为不合格;其余各项指标有两项不合格的,则系统判定为不合格。