

江苏省工程建设标准

太阳能热水系统建筑应用
能效测评技术规程

Technical specification for solar heating water system
energy efficiency evaluation used in buildings

DGJ32/TJ 170—2014

主编单位：江苏省住房和城乡建设厅科技发展中心
南京工业大学

批准部门：江苏省住房和城乡建设厅

实施日期：2014 年 9 月 1 日

江苏凤凰科学技术出版社

2015 南京

江苏省工程建设标准

太阳能热水系统建筑应用能效测评技术规程

Technical specification for solar heating water system energy efficiency
evaluation used in buildings

DGJ32/TJ 170—2014

主 编 江苏省住房和城乡建设厅科技发展中心
南京工业大学

责任编辑 宋 平 刘屹立

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏凤凰科学技术出版社

出版社地址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009

出版社网址 <http://www.pspress.cn>

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 江苏省科学技术情报研究所印刷厂

开 本 850 mm×1168 mm 1/32

印 张 2.125

字 数 42000

版 次 2015年1月第1版

印 次 2015年1月第1次印刷

统一书号 155345·483

定 价 24.00元

图书如有印装质量问题, 可随时寄印刷厂调换。

江苏省住房和城乡建设厅

公 告

第22号

**省住房和城乡建设厅关于发布江苏省工程建设
标准《太阳能热水系统建筑应用能效测评
技术规程》的公告**

现批准《太阳能热水系统建筑应用能效测评技术规程》为江苏省工程建设标准, 编号为 DGJ32/TJ 170—2014, 自 2014 年 9 月 1 日起实施。

该规程由江苏省工程建设标准站组织出版、发行。

江苏省住房和城乡建设厅

2014 年 7 月 10 日

前 言

为了加强太阳能热水系统建筑应用效果的监督与管理,指导太阳能热水系统建筑应用工程能效测评工作,根据《省住房和城乡建设厅关于印发〈2013年度江苏省工程建设标准和标准设计编制、修订计划〉的通知》(苏建科[2013]586号),江苏省住房和城乡建设厅科技发展中心、南京工业大学会同有关单位,依据现行有关标准,进行广泛调查研究,认真总结当前太阳能热水系统建筑应用能效测评的实践经验 and 研究成果,编制了本规程。

本规程对太阳能热水系统建筑应用能效测评的形式检查、性能检测、能效评估等内容做出了规定,用以规范太阳能热水系统建筑应用工程能效测评工作,确保能效测评的科学性、准确性。

本规程共7章,主要技术内容包括:1总则;2术语;3基本规定;4检测内容;5性能检测;6能效评估;7综合判定;附录A、附录B。

本规程由江苏省住房和城乡建设厅负责管理,江苏省住房和城乡建设厅科技发展中心负责技术内容的解释。各单位在执行过程中若有修改意见或建议,请反馈至江苏省工程建设标准站(地址:南京市江东北路287号银城大厦B座4楼;邮政编码:210036)。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:江苏省住房和城乡建设厅科技发展中心
南京工业大学

参 编 单 位:南京工大建设工程有限公司
昆山市建设工程质量检测中心
苏州市建设工程质量检测中心有限公司
南通市建筑工程质量检测中心

常州市建筑科学研究院股份有限公司

常州市安贞建设工程检测有限公司

主要起草人：路宏伟 龚红卫 陈 军 胡建华 李东平
陆进东 许 鸣 黄 捷 张晓青 王中原
仇 铮 许丹菁 姚建芳 陈永涛 顾淑清
汪永权 张孝鼎

主要审查人：郝 斌 方肇洪 许锦峰 邹 瑜 卜 震

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	3
4 测评内容	4
4.1 基本要求	4
4.2 形式检查	4
4.3 性能检测	5
4.4 能效评估	6
5 性能检测	8
5.1 检测条件	8
5.2 检测仪器	9
5.3 检测方法	10
6 能效评估	15
6.1 节能效益评价	15
6.2 环境效益评价	16
6.3 经济效益评价	16
7 综合判定	18
附录 A 江苏省 I、II 区城市划分及对应辐照量分段统计表	19
附录 B 测评报告	20
本规程用词说明	34
条文说明	35

1 总 则

1.0.1 为了加强对太阳能热水系统建筑应用效果的监督与管理，规范太阳能热水系统建筑应用工程能效测评方法，使太阳能热水系统建筑应用工程符合经济合理、性能安全可靠、节能减排的要求，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于江苏省新建、扩建和改建建筑中的太阳能热水系统性能、节能效益、环境效益和经济效益的检测与评价。

1.0.3 在进行太阳能热水系统建筑应用能效测评时，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 太阳能热水系统 solar water heating system

将太阳能转换成热能以加热水并输送至末端所必须的完整系统,通常包括太阳能集热器、贮水箱、泵、连接管道、支架和其他零部件,以及控制系统和必要时配合使用的辅助热源。

2.0.2 太阳能热水系统能效测评 solar heating water system energy efficiency evaluation

对反映太阳能热水系统运行状况、系统能效、节能效益、环境效益和经济效益等指标进行检查、检测、计算和评估的活动。

2.0.3 太阳能保证率 solar fraction

太阳能热水系统中由太阳能供给的能量占系统需要的总能量的百分率。

2.0.4 集热系统效率 collecting heat system efficiency

在检测期间内太阳能集热系统得热量与同一检测期内投射在太阳能集热系统上太阳辐照量之比。

2.0.5 贮热水箱热损因数 tank heat loss coefficient

在无太阳辐照条件下,太阳能热水系统内贮水温度与环境温度温差为 1K 时,单位时间内、单位体积太阳能热水系统的热量损失。

2.0.6 系统费效比 cost-benefit ratio of the system

太阳能热水系统的增量投资与系统在正常使用寿命期内的总节能量的比值 (元/ kW · h),表示利用太阳能热水系统节省每千瓦时常规能源的投资成本。

2.0.7 静态投资回收期 the static investment payback period

以投资项目经营净现金流量抵偿原始总投资所需要的全部时间,是不考虑资金的时间价值时收回初始投资所需要的时间。

3 基本规定

3.0.1 太阳能热水系统建筑应用工程检测所使用的全部仪器设备应按照有关标准进行管理,并定期送检标定,仪器设备精度、准确度等技术要求应满足本规程第 5.2 节的要求。

3.0.2 在工程设计文件中应充分考虑太阳能热水系统的检测,有检测仪器仪表的预留安装位置和措施。

3.0.3 太阳能热水系统检测数量应根据系统形式和规模抽样确定,抽样方法应符合本规程第 5.1.1 条的规定。

4 测评内容

4.1 基本要求

4.1.1 太阳能热水系统建筑应用能效测评应包括下列内容，测评报告格式见本规程附录 B：

- 1 太阳能热水系统建筑应用工程形式检查。
- 2 太阳能热水系统建筑应用工程性能检测。
- 3 太阳能热水系统建筑应用工程能效评估。

4.2 形式检查

4.2.1 资料完整性：太阳能热水系统建筑应用能效测评前应做到手续齐全、资料完整。检查的资料应包括但不限于下列内容：

- 1 项目立项、审批文件。
- 2 项目施工设计文件审查报告及其意见。
- 3 项目施工图纸。
- 4 与太阳能热水系统相关的施工过程中必要的记录、试运行调试记录等复印件。
- 5 太阳能集热器、辅助热源、贮水箱、系统管路、系统保温和电气装置等关键部件的质检合格证书。
- 6 符合要求的太阳能集热器检测报告。
- 7 检测和评价人员认为应具备的其他文件和资料。

4.2.2 系统完整性，应包括下列内容：

- 1 太阳能热水系统的系统类型、集热器类型、集热面积、贮水箱容量、辅助热源类型、辅助热源容量、循环管路类型、控

制系统和辅助材料（保温材料、阀门、仪器仪表）等内容应满足太阳能热水系统设计文件要求。

2 太阳能热水系统应具有完整的运行管理规程。

4.2.3 系统外观质量：太阳能热水系统建筑应用工程的外观应干净整洁，无明显污损、变形等现象。

4.2.4 系统关键部件：太阳能热水系统的太阳能集热器、辅助热源、贮水箱、系统管路、系统保温和电气装置等关键部件应有质检合格证书，性能参数应符合设计和现行相关标准的要求。太阳能集热器应有符合要求的检测报告。

4.2.5 系统安全性能：太阳能热水系统建筑应用工程的抗风雪措施、防雨措施、防冻、防雷击、建筑防水、防腐蚀、承重安全、接地保护、剩余电流保护、防渗漏、超压保护、过热保护、水质情况等安全性能应满足设计和相关标准的要求。

4.2.6 系统运行情况，应符合下列要求：

- 1 系统的运行调试记录应齐全，并满足设计和相关标准的要求。
- 2 太阳能热水系统应运行正常，控制系统应运作正确，各种仪表应显示正确，并应有记录时间及检查结果。

4.3 性能检测

4.3.1 太阳能热水系统集热系统得热量应包括下列内容：

- 1 集热系统进口温度。
- 2 集热系统出口温度。
- 3 集热系统流量。
- 4 室外环境温度。
- 5 室外环境空气流速。

4.3.2 太阳能热水系统集热系统效率应包括下列内容:

- 1 集热系统得热量。
- 2 太阳总辐照量。
- 3 集热系统集热器总面积。

4.3.3 太阳能热水系统需要的总能量应包括下列内容:

- 1 热水进水温度。
- 2 热水出水温度。
- 3 热水的流量。

4.3.4 太阳能热水系统太阳能保证率应包括下列内容:

- 1 集热系统得热量。
- 2 系统需要的总能量。

4.3.5 太阳能热水系统贮热水箱热损因数应包括下列内容:

- 1 贮热水箱内水的初始温度。
- 2 贮热水箱内水的结束温度。
- 3 贮热水箱水量。
- 4 贮热水箱周围的环境温度。

4.4 能效评估

4.4.1 太阳能热水系统节能效益评价应包括下列内容:

- 1 系统年得热量。
- 2 年常规能源替代量。

4.4.2 太阳能热水系统环境效益评价应包括下列内容:

- 1 二氧化碳减排量。
- 2 二氧化硫减排量。
- 3 粉尘减排量。

4.4.3 太阳能热水系统经济效益评价应包括下列内容:

- 1 系统费效比。
- 2 年节约费用。
- 3 静态投资回收期。

5 性能检测

5.1 检测条件

5.1.1 太阳能热水系统的检测抽样方法应符合下列规定：当太阳能热水系统的集热器结构类型、集热与供热水范围、系统运行方式、集热器内传热工质、辅助能源安装位置以及辅助能源启动方式相同，且集热器总面积、贮热水箱容积的偏差均在 10% 以内时，太阳能热水系统被检测数量应为该类型系统总数的 2%，且不得少于 1 套。

5.1.2 太阳能热水系统的检测条件应符合下列规定：

1 太阳能热水系统性能检测应在太阳能热水系统调试完成、实际运行状态下进行。

2 检测期间的运行工况宜达到系统的设计工况，且应在连续运行的状态下完成。

3 检测期间，室外环境应满足下列要求：

- 1) 室外平均环境温度不低于 8℃ 且不高于 39℃；
- 2) 环境空气的平均流动速率不应大于 4m/s。

4 太阳辐照量 J 检测不应少于 4d，每一太阳辐照量区间检测天数不应少于 1d，太阳辐照量区间划分应符合下列 I、II 区（I、II 区城市划分见本规程附录 A）的规定：

I 区：

$$\begin{aligned} J &< 8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}); \\ 8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) &\leq J < 12\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}); \\ 12\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{d} &\leq J < 16\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}); \\ J &\geq 16\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}). \end{aligned}$$

II 区：

$$\begin{aligned} J &< 8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}); \\ 8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) &\leq J < 13\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}); \\ 13\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) &\leq J < 18\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}); \\ J &\geq 18\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}). \end{aligned}$$

5 检测期间的太阳辐照量实测值与本规程第 5.1.2 条第 4 款规定的每个区间太阳辐照量平均值的偏差应控制在 $\pm 0.5\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 以内。对于全年使用的太阳能热水系统，不同区间太阳辐照量的平均值可按本规程附录 A 确定。

5.2 检测仪器

5.2.1 太阳能热水系统检测应包括下列仪器：

- 1 温度计。
- 2 风速仪。
- 3 总辐照表。
- 4 钢卷尺。
- 5 电功率表。
- 6 热量表。

5.2.2 太阳能热水系统检测仪器应符合下列规定：

1 太阳总辐照度采用总辐射表测量，总辐射表应满足《总辐射表》GB/T 19565 的要求。

2 温度测量仪器以及与他们相关的读取仪表的精度和准确度不应大于表 5.2.2 的限值。响应时间应小于 5s。测量空气温度时应确保温度传感器置于遮阳且通风的环境中，高于地面约 1m，距离集热系统的距离在 1.5~10.0m 之间。测量水温时应保证所测水流完全包围温度传感器。

表 5.2.2 温度测量仪器的精度和准确度

参数	仪器精度	仪器准确度
环境空气温度	±0.2℃	±0.5℃
水温度	±0.1℃	±0.2℃

3 流量计的测量准确度应为±1.0%。

4 质量测量的准确度应为±1.0%。

5 计时测量的准确度应为±0.2%。

6 周围空气速率测量的准确度应达到±0.5m/s。风速仪应放置在与太阳能集热器中心点同一高度、距离太阳能集热器1.5~10.0m的范围内。

7 模拟或数字记录仪的准确度应等于或优于满量程的±0.5%，其时间常数不应大于1s。信号的峰值指示应在满量程的50%~100%之间。使用的数字技术和电子积分器的准确度应等于或优于测量值的±1.0%。记录仪的输入阻抗应大于传感器阻抗的1000倍或10MΩ，两者取其高值。仪器或仪表系统的最小分度不应超过规定精度的2倍。

8 长度测量的准确度应为±1.0%。

9 热量表的准确度应达到《热量表》CJ 128规定的2级。

5.3 检测方法

5.3.1 集热系统得热量的检测应符合下列规定：

1 每日检测的时间从上午8时开始至达到所需要的太阳辐射量为止。

2 检测参数包括集热系统进出口温度、流量、环境温度、环境空气流速，采样时间间隔不得大于10s。

3 太阳能集热系统得热量 Q_j 可以用热量表直接测量，也可以通过分别测量温度、流量等参数按下式计算：

$$Q_j = \sum_{i=1}^n m_{ji} \rho_w c_{pw} (T_{dji} - T_{bjj}) \Delta t_{ji} \times 10^{-6} \quad (5.3.1)$$

式中 Q_j ——太阳能集热系统得热量 (MJ)；

n ——总记录数；

m_{ji} ——第*i*次记录的集热系统平均流量 (m³/s)；

ρ_w ——集热工质的密度 (kg/m³)；

c_{pw} ——集热工质的比热容 [J/(kg·℃)]；

T_{dji} ——第*i*次记录的集热系统的出口温度 (℃)；

T_{bjj} ——第*i*次记录的集热系统的进口温度 (℃)；

Δt_{ji} ——第*i*次记录的时间间隔 (s)， $\Delta t_{ji} \leq 600s$ 。

5.3.2 集热系统效率的检测应符合下列规定：

1 单日集热系统效率的检测方法应符合下列规定：

1) 每日检测的时间从上午8时开始至达到所需的太阳辐射量为止。达到所需要的太阳辐射量后，应采取停止集热系统循环泵等措施，确保系统不再获取太阳得热量；

2) 检测参数应包括集热系统得热量、太阳总辐照量和集热系统集热器总面积等；

3) 太阳能热水系统的集热效率 η 应按下式计算：

$$\eta = Q_j / (A \cdot H) \times 100\% \quad (5.3.2-1)$$

式中 η ——太阳能热水系统的集热系统效率 (%)；

Q_j ——太阳能热水系统的集热系统得热量 (MJ)，检测方法应符合本规程第5.3.1条的规定；

A ——集热系统的集热器总面积 (m²)；

H ——太阳总辐照量 (MJ/m²)。

2 设计使用期内的集热系统效率的检测方法应符合下列规定：

1) 单日集热系统的效率应按本规程第5.3.2条第1款的

规定确定;

2) 设计使用期内的集热系统效率应按下式计算:

$$\eta = \frac{x_1 \eta_1 + x_2 \eta_2 + x_3 \eta_3 + x_4 \eta_4}{x_1 + x_2 + x_3 + x_4} \quad (5.3.2-2)$$

式中 η ——集热系统效率 (%);

η_1 、 η_2 、 η_3 、 η_4 ——按本规程第 5.3.2 条第 1 款确定的各太阳辐照量下的单日集热系统效率 (%) 计算;

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 ——按本规程第 5.1.2 条第 4 款确定的各太阳辐照量在当地气象条件下供热水时期统计得到的天数。没有气象数据时,对于全年使用的太阳能热水系统 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 可按本规程附录 A 取值。

5.3.3 系统需要的总能量的检测应符合下列规定:

1 每日检测持续的时间从上午 8 时开始到次日上午 8 时为止。

2 系统需要的总能量 Q_z 可以用热量表直接测量,也可以通过分别测量温度、流量等参数按下式计算:

$$Q_z = \sum_{i=1}^n m_{zi} \cdot \rho_w \cdot c_{pw} \cdot (T_{dzi} - T_{bzi}) \cdot \Delta t_{zi} \times 10^{-6} \quad (5.3.3)$$

式中 Q_z ——系统需要的总能量 (MJ);

n ——总记录数;

m_{zi} ——第 i 次记录的系统总流量 (m^3/s);

ρ_w ——水的密度 (kg/m^3);

c_{pw} ——水的比热容 [$J/(kg \cdot ^\circ C)$];

T_{dzi} ——第 i 次记录的热热水温度 ($^\circ C$);

T_{bzi} ——第 i 次记录的冷水温度 ($^\circ C$);

Δt_{zi} ——第 i 次记录的时间间隔 (s), $\Delta t_{zi} \leq 600s$ 。

5.3.4 太阳能保证率的检测方法应符合下列规定:

1 单日太阳能保证率应按下式计算:

$$f = Q_i / Q_z \quad (5.3.4-1)$$

式中 f ——系统太阳能保证率 (%);

Q_i ——太阳能集热系统得热量 (MJ);

Q_z ——系统需要的总能量 (MJ)。

2 设计使用期的太阳能保证率的检测方法应按照下列规定进行:

1) 单日太阳能保证率应按本规程第 5.3.4 条第 1 款的规定确定;

2) 太阳能热水系统的太阳能保证率 f 应按下式计算:

$$f = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + x_3 f_3 + x_4 f_4}{x_1 + x_2 + x_3 + x_4} \quad (5.3.4-2)$$

式中 f ——太阳能保证率 (%);

f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 ——按本规程第 5.3.4 条第 1 款确定的各太阳辐照量下的单日太阳能保证率 (%) 计算;

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 ——按本规程第 5.1.2 条第 4 条确定的各太阳辐照量在当地气象条件下供热水时期统计得到的天数。没有气象数据时,对于全年使用的太阳能热水系统 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 可按本规程附录 A 取值。

5.3.5 贮热水箱热损因数检测方法及技术要求应符合下列规定:

1 检测持续的时间从晚上 8 时开始至次日 6 时结束,共计 10h。检测开始时贮热水箱水温不得低于 $50^\circ C$,与水箱所处环境

温度差不应小于 20℃。检测期间应确保贮热水箱的水位处于正常水位,且无冷热水出入水箱。

2 检测参数包括贮热水箱内水的初始温度、结束温度、贮热水箱容量、环境温度等。

3 贮热水箱热损因数按下式计算:

$$U_{sl} = \frac{\rho_w c_{pw}}{\Delta\tau} \ln \left[\frac{T_i - T_{as(av)}}{T_f - T_{as(av)}} \right] \quad (5.3.5)$$

式中 U_{sl} ——贮热水箱热损因数 $[W/(m^3 \cdot K)]$;

ρ_w ——水的密度 (kg/m^3) ,

c_{pw} ——水的比热容 $[J/(kg \cdot ^\circ C)]$;

$\Delta\tau$ ——降温时间 (s);

T_i ——开始时贮热水箱内水温度 ($^\circ C$);

T_f ——结束时贮热水箱内水温度 ($^\circ C$);

$T_{as(sv)}$ ——降温期间平均环境温度 ($^\circ C$)。

6 能效评估

6.1 节能效益评价

6.1.1 全年的太阳能集热系统得热量 Q_{nj} 按下式计算:

$$Q_{nj} = x_1 Q_{j1} + x_2 Q_{j2} + x_3 Q_{j3} + x_4 Q_{j4} \quad (6.1.1)$$

式中 Q_{nj} ——全年太阳能集热系统得热量 (MJ);

Q_{j1} 、 Q_{j2} 、 Q_{j3} 、 Q_{j4} ——按本规程第 5.1.2 条第 4 款确定的各太阳辐照量下的单日集热系统得热量 (MJ), 具体取值可根据本规程第 5.3.1 条第 2 款计算;

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 ——由本规程第 5.1.2 条第 4 款确定的各太阳辐照量在当地气象条件下按供热水时期统计得到的天数。没有气象数据时, 对于全年使用的太阳能热水系统 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 可按本规程附录 A 取值。

6.1.2 太阳能热水系统的年常规能源替代量 Q_{tr} 按下式计算:

$$Q_{tr} = \frac{Q_{nj}}{q\eta_t} \quad (6.1.2)$$

式中 Q_{tr} ——太阳能热水系统的常规能源替代量 (kgce);

Q_{nj} ——全年太阳能集热系统得热量 (MJ);

q ——标准煤热值 (MJ/kg), 本规程取 29.307MJ/kgce;

η_t ——以常规能源为热源时的运行效率; 当无文件明确规定时, 根据项目适用的常规能源, 按表 6.1.2 选取。

表 6.1.2 以常规能源为热源时的运行效率 η

常规能源类型	电	天然气
太阳能热水系统	0.31 ^注	0.84

注：综合考虑火电系统煤的发电效率和电热水器的加热效率。

6.2 环境效益评价

6.2.1 太阳能热水系统的二氧化碳减排量 Q_{rcO_2} 应按下列式计算：

$$Q_{\text{rcO}_2} = Q_{\text{tr}} \cdot V_{\text{CO}_2} \quad (6.2.1)$$

式中 Q_{rcO_2} ——太阳能热水系统的二氧化碳减排量 (kg/a)；

Q_{tr} ——太阳能热水系统的常规能源替代量 (kgce)；

V_{CO_2} ——标准煤的二氧化碳排放因子，本规程取 2.47。

6.2.2 太阳能热水系统的二氧化硫减排量 Q_{rsO_2} 应按下列式计算：

$$Q_{\text{rsO}_2} = Q_{\text{tr}} \cdot V_{\text{SO}_2} \quad (6.2.2)$$

式中 Q_{rsO_2} ——太阳能热水系统的二氧化硫减排量 (kg/a)；

Q_{tr} ——太阳能热水系统的常规能源替代量 (kgce)；

V_{SO_2} ——标准煤的二氧化硫排放因子，本规程取 0.02。

6.2.3 太阳能热水系统的粉尘减排量 Q_{rfc} 应按下列式计算：

$$Q_{\text{rfc}} = Q_{\text{tr}} \cdot V_{\text{fc}} \quad (6.2.3)$$

式中 Q_{rfc} ——太阳能热水系统的粉尘减排量 (kg/a)；

Q_{tr} ——太阳能热水系统的常规能源替代量 (kgce)；

V_{fc} ——标准煤的粉尘排放因子，本规程取 0.01。

6.3 经济效益评价

6.3.1 太阳能热水系统的费效比 CBR_r 应按下列式计算：

$$CBR_r = \frac{3.6C_{\text{zr}}}{Q_{\text{tr}}qN} \quad (6.3.1)$$

式中 CBR_r ——太阳能热水系统的费效比 (元/kW·h)；

C_{zr} ——太阳能热水系统的增量成本 (元)；

Q_{tr} ——太阳能热水系统的常规能源替代量 (kgce)；

q ——标准煤热值 (MJ/kg)，本规程取 29.307MJ/kg；

N ——系统寿命期 (a)。

6.3.2 太阳能热水系统的年节约费用 C_{sr} 应按下列式计算：

$$C_{\text{sr}} = P \cdot \frac{Q_{\text{tr}}q}{3.6} - M_r \quad (6.3.2)$$

式中 C_{sr} ——太阳能热水系统的年节约费用 (元)；

Q_{tr} ——太阳能热水系统的常规能源替代量 (kgce)；

q ——标准煤热值 (MJ/kg)，本规程取 29.307MJ/kg；

P ——常规能源的价格 (元/kW·h)；

M_r ——太阳能热水系统每年运行维护增加的费用 (元)。

6.3.3 太阳能热水系统的静态投资回收年限 N_h 应按下列式计算：

$$N_h = \frac{C_{\text{zr}}}{C_{\text{sr}}} \quad (6.3.3)$$

式中 N_h ——太阳能热水系统的静态投资回收年限 (a)；

C_{zr} ——太阳能热水系统的增量成本 (元)；

C_{sr} ——太阳能热水系统的年节约费用 (元/年)。

7 综合判定

7.0.1 形式检查判定应符合下列要求：

1 当项目形式检查内容与设计文件一致时，判定形式检查合格；否则，项目整改，直至达到或者超过设计文件要求。

2 当项目整改仍未达到设计文件要求时，判定形式检查不合格。

7.0.2 性能检测判定应符合下列要求：

1 性能检测参数符合设计文件的技术指标要求，判定合格；否则，项目整改，直至符合设计文件的要求。

2 整改后，系统性能检测参数仍不符合设计文件的技术指标要求，判定不合格。

3 当设计文件无明确规定时，应符合表 7.0.2 的规定。

表 7.0.2 技术指标限值

技术指标	指标限值		
贮热水箱热损因数 U_{sl} [W/(m ³ ·K)]	$V \leq 2\text{m}^3$	$2\text{m}^3 < V \leq 4\text{m}^3$	$V \geq 4\text{m}^3$
	≤ 27.7	≤ 26.0	≤ 17.3
全年太阳能保证率 f (%)	≥ 40		
全年集热系统效率 η (%)	≥ 42		

注：V 为贮热水箱容水量。

7.0.3 太阳能热水系统的形式检查、性能检测全部合格，判定为合格；其中一项或以上不合格，判定为不合格。

附录 A 江苏省 I、II 区城市划分及对应辐照量分段统计表

表 A 江苏省 I、II 区城市划分及对应辐照量分段统计表

分区	主要城市	天数/日平均太阳辐照量			
		$x_1(\text{d})/H_1(\text{MJ}/\text{m}^2)$	$x_2(\text{d})/H_2(\text{MJ}/\text{m}^2)$	$x_3(\text{d})/H_3(\text{MJ}/\text{m}^2)$	$x_4(\text{d})/H_4(\text{MJ}/\text{m}^2)$
I 区	南京、苏州、无锡、常州、 镇江、扬州、泰州、南通	114/4.2	79/10.1	64/14.0	108/20.3
	东台（盐城）	110/4.7	111/10.0	81/13.9	63/19.5
II 区	徐州	91/5.2	103/9.9	124/13.9	47/18.8
	淮安、宿迁、	72/4.7	101/10.3	114/14.1	78/20.5
	连云港	72/5.4	101/9.8	124/14.2	68/18.9

附录 B 测评报告

太阳能热水系统建筑应用
能效测评报告

报告编号：
委托编号：

项目名称
建设单位
委托单位

能效测评机构

单位地址：××× 邮政编码：××× 邮箱：×××
业务咨询电话：××× 投诉电话：××× 传真：×××

目 录

1 能效测评汇总表 22

2 项目概况及测评依据 23

 2.1 项目概况 23

 2.2 测评依据 23

3 形式检查 23

 3.1 形式检查表 23

 3.2 形式检查内容 23

4 性能检测 24

 4.1 性能检测表 24

 4.2 检测依据 24

 4.3 检测仪器 24

 4.4 检测时间及条件 24

 4.5 检测数据附表 24

5 能效评估 25

 5.1 能效评估表 25

 5.2 能效评估指标计算 25

6 存在问题及建议 33

1 能效测评汇总表

太阳能热水系统建筑应用能效测评汇总表

项目名称		项目地址	
建筑类型		建筑面积	
序号	测评指标	测评结果	
1	集热系统总面积（m ² ）		
2	全年太阳能保证率（%）		
3	全年集热系统效率（%）		
4	贮热水箱热损因数 [W/（m ³ ·K）]		
5	全年常规能源替代量（kgce）		
6	系统费效比（元/kW·h）		
7	二氧化碳减排量（kg/a）		
8	二氧化硫减排量（kg/a）		
9	烟尘减排量（kg/a）		
10	年节约费用（元/年）		
11	静态回收期（a）		
备注			
测评结论：			
☐ 合格 ☐ 不合格			
能效测评机构（盖章）：		年 月 日	
测评人：			

2 项目概况及测评依据

2.1 项目概况。

2.2 测评依据。

3 形式检查

3.1 形式检查表:

太阳能热水系统建筑应用能效测评形式检查表

项目	子项目	结果
系统集热器	总面积	
资料检查	1 项目立项、审批文件	
	2 项目施工设计文件审查报告及其意见	
	3 设计文件图纸	
	4 项目关键设备检测报告	
	5 施工过程中必要的记录、试运行调试记录等复印件	
	6 其它对工程质量有影响的重要技术资料	
系统完整性	系统的运行方式、集热器类型、集热面积、储水箱容量、辅助热源类型、辅助热源容量、循环管路类型、控制系统、辅助材料	
系统外观质量	外观质量、整洁度	
系统关键部件	系统支架、太阳能集热器、贮水箱、系统管路、系统保温、电气装置、辅助热源	
系统安全性能	抗风雪措施、防雨措施、防冻、防雷击、建筑防水、防腐蚀、承重安全、接地保护、剩余电流保护、防渗漏、超压保护、过热保护、水质情况	
系统运行情况	运行状态、控制系统、仪表显示	
备注		

3.2 形式检查内容。

4 性能检测

4.1 性能检测表：

太阳能热水系统建筑应用能效测评性能检测表

测试工况		夏/冬季工况				
测试条件		室外气象条件	最高/低温度：℃；最高/低风速：m/s			
测试时间		检测持续时间				
		数据记录间隔				
检 测 结 果						
序号	检验项目	单位	当日太阳累计辐照量 (MJ/m²)			
1	天数 (x ₁ 、x ₂ 、x ₃ 、x ₄)	d				
2	当日实测集热系统得热量	MJ				
3	系统需要的总能量	MJ				
4	当日实测集热系统效率	%				
5	当日累计太阳辐照量	MJ				
6	当日实测太阳能保证率	%				
7	集热系统年集热效率	%				
8	全年太阳能保证率	%				
9	贮热水箱热损因数	W/(m³·K)				
备注						

- 4.2 检测依据。
- 4.3 检测仪器。
- 4.4 检测时间及条件。
- 4.5 检测数据附表。

5 能效评估

5.1 能效评估表：

太阳能热水系统建筑应用能效测评能效评估表

序列		测评项目	单位	测评结果
性能指标	1	集热系统效率	%	
	2	全年太阳能保证率	%	
节能效益	3	系统年得热量	MJ	
	4	全年常规能源替代量	kgce	
环境效益	5	二氧化碳减排量	kg/a	
	6	二氧化硫减排量	kg/a	
	7	烟尘减排量	kg/a	
经济效益	8	系统费效比	元/kW·h	
	9	年节约费用	元/年	
	10	静态投资回收期	a	
	11	综合评估	—	
备注				

5.2 能效评估指标计算。

一、性能指标评价方法和记录

1. 评估内容:
集热系统效率 (%)
2. 计算方法和结果:
3. 评估结果

二、性能指标评价方法和记录

1. 评估内容:
全年太阳能保证率 (%)
2. 计算方法和结果:
3. 评估结果

三、节能效益评价方法和记录

1. 评估内容：
系统年得热量 (MJ)
2. 计算方法和结果：
3. 评估结果

四、节能效益评价方法和记录

1. 评估内容：
全年常规能源替代量 (kgce)
2. 计算方法和结果：
3. 评估结果

五、环境效益评价方法和记录

1. 评估内容:

二氧化碳减排量 (kg/a)、二氧化硫减排量 (kg/a)、烟尘减排量 (kg/a)

2. 计算方法和结果:

3. 评估结果

六、经济效益评价方法和记录

1. 评估内容:

系统费效比 (元/kW·h)

2. 计算方法和结果:

3. 评估结果:

七、经济效益评价方法和记录

1. 评估内容：
年节约费用（元/年）
2. 计算方法和结果：
3. 评估结果：

八、经济效益评价方法和记录

1. 评估内容：
静态投资回收期（a）
2. 计算方法和结果：
3. 评估结果：

6 存在问题及建议

本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，

反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，

反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，

反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词：

采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的要求（或规定）”或“应按……执行”。

江苏省工程建设标准

太阳能热水系统建筑应用 能效测评技术规程

DGJ32/TJ 170—2014

条 文 说 明

目 次

1 总则	39
2 术语	40
3 基本规定	41
4 测评内容	42
4.1 基本要求	42
4.3 性能检测	43
4.4 能效评估	44
5 性能检测	45
5.1 检测条件	45
5.2 检测仪器	46
5.3 检测方法	50
6 能效评估	53
6.1 节能效益评价	53
6.2 环境效益评价	53
6.3 经济效益评价	54
7 综合判定	56
附录 A 江苏省主要城市日太阳辐照量分段统计表	59

1 总 则

1.0.1 为降低建筑能耗，既要节约又要发展，近年来，太阳能热水系统在我国建筑应用上迅速发展。与常规能源应用相比其节能效果如何，是建设单位、政府以及全社会关心的问题。为了更准确、科学地评价太阳能热水系统在建筑应用中的节能效果，制定《太阳能热水系统建筑应用能效测评技术规程》。本规程针对太阳能热水系统建筑应用工程节能环保等效益的检测与评价进行规定和要求。

1.0.2 本条规定了本规程的适用范围。根据《中华人民共和国可再生能源法》第二条规定，可再生能源是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。结合我国建筑可再生能源应用的实际和各种能源形式的特点，现阶段我国建筑可再生能源应用主要集中在太阳能和地热能方面。本规程适用太阳能热水系统建筑应用工程的系统性能、节能效益、环境效益和经济效益的检测与评价。太阳能热水系统建筑应用工程的设计、施工等环节应遵守有关的标准和规范。

1.0.4 本条规定了与相关标准的关系。进行太阳能热水系统建筑应用能效测评时，除满足本规程的要求外，也应同时遵守与工程项目应用相关的其他标准、规范，尤其是其中的强制性条文。

2 术 语

2.0.5 该参数是评价系统经济性的重要参数；为能够更直观地反映其实际含义，通俗易懂，将其中文名称定为系统费效比。该定义名称已在评价国内实施的示范工程中使用。其中所指的常规能源是指具体工程项目中辅助能源加热设备所使用的能源种类（天然气、标准煤或电）。

2.0.6 静态投资回收年限（静态回收期）有“包括建设期的投资回收期”和“不包括建设期的投资回收期”两种形式，其单位通常用“年”表示。投资回收期一般从建设开始年算起，也可以从投资年开始算起，计算时应具体注明。

3 基本规定

3.0.2 本条目的在于确保各测评机构太阳能热水系统检测结果的准确性和一致性。相同的参数可以采用多种测量设备和方法，采用的仪表精度不同，检测结果也会相差较大，因此有必要统一仪器仪表的技术参数。

3.0.3 太阳能热水系统建筑应用能效测评不同于以往的工程质检和验收，检测过程中往往需要在系统中安装必备的仪器仪表，为了防止在工程安装完成后再另行安装仪器仪表，破坏系统，在设计施工阶段应做好预留工作，这样可以有效防止浪费，提高测评的工作效率。

3.0.4 为了提高检测工作的效率，节约检测成本，在科学合理的前提下尽量减少检测数量。

4 测评内容

4.1 基本要求

4.1.1 本条说明如下：

1 形式检查应包括系统完整性、外观质量、关键部位、运行情况检查。若本项目为示范项目，还应包括下列基本信息：

- 1) 项目立项、审批、施工设计文件审查等文件的复印件；
- 2) 项目关键设备检测报告的复印件；
- 3) 施工过程中必要的记录、试运行调试记录等的复印件；
- 4) 其他对工程质量有影响的重要技术资料的复印件；
- 5) 本规程第 4.2 节规定的其他项目。

本条中所涉及的内容，从项目的法定程序、实施过程和竣工验收反映太阳能热水系统的实施情况。因此，要求所涉及的信息完备真实。

2 性能检测应包括下列基本信息：

- 1) 太阳能热水系统基本概况，包括工程概况、系统类别、室外气象条件，以及检测对象、范围；
- 2) 检测依据，包括标准、规范、图纸、设计文件和设备的技术资料等；
- 3) 主要仪器设备名称、型号、精度等级等；
- 4) 检测方法和数据处理；
- 5) 检测结果或者结论；
- 6) 检测机构名称、检测人员和检测日期等。

3 能效评估应包括下列基本信息：

- 1) 全年常规能源替代量；

2) 费效比、年节约费用、静态投资回收期；

3) 二氧化碳、二氧化硫、粉尘减排量。

4.2.2 系统的节能效果与系统的性能以及安装的实施量密切相关。由于太阳能受屋顶墙面安装位置限制，在应用过程中往往会出现实施面积等参数的数量不够，不能满足设计要求的情况。本条规定项目的实施情况应满足设计文件的要求。若太阳能热水系统是示范项目且有《申请报告》的，实施情况在满足设计文件的同时，也要满足项目《申请报告》的相关内容。

4.2.3~4.2.5 这几条规定了对太阳能热水系统所采用的关键部件、系统外观、安全可靠、环保措施等进行检查的主要内容。检查以文件审查和目视为主，文件审查主要查阅产品的检测报告和合格证等。太阳能集热器是太阳能热水系统的关键设备，其能量转换盒提升的效率直接关系到系统的节能效果，因此必须仔细检查第三方检测报告，确保其性能指标符合设计和有关标准的要求。安全是系统的首要性能，在利用本规程进行性能评价检测之前，要求首先对系统的安全性进行检查和确认。可以从立项、相关设计文件中分析太阳能热水系统建筑应用对建筑日照、承重和安全的影响。

4.2.6 按照实际工作状态连续运行 3d，检查太阳能热水系统运行是否正常，控制系统运作是否正确，各种仪表的显示是否正确，并应有检查结果记录。

4.3 性能检测

4.3.1 集热系统得热量是指由太阳能系统中太阳能集热器提供的有用能量，是太阳能热利用系统的关键性指标。

对于阳台壁挂式太阳能、家用整体式太阳能等分散供热水系统，得热量应包括下列内容：

- 1 贮热水箱检测开始时的水温。
- 2 贮热水箱检测结束时的水温。
- 3 贮热水箱水量。
- 4 室外环境温度。
- 5 室外环境空气流速。

4.3.3 系统需要的总能量是太阳能热利用系统的参数，是确定太阳能热利用系统保证率的重要参数。

4.4 能效评估

4.4.3 项目技术性能达到或超过设计文件时，判定为合格。若项目为可再生能源示范项目且有申报书，与申报内容一致即能效评估合格。

具体判定方法如下：

1 太阳能热水系统的常规能源替代量和费效比应符合项目可行性报告等相关文件的规定若无文件明确规定，应在评价报告中给出。费效比正常为 0.1~0.3 元/kW·h；

2 太阳能热水系统的静态投资回收期应符合项目立项可行性报告等相关文件的规定。若无文件明确规定，静态投资回收期不应大于 5a；

3 对可再生能源示范项目进行评价时，当项目能效评估报告内容均达到或者超过项目技术性能指标时，建议项目合格；否则，建议项目整改，直至达到或者超过项目技术性能指标。

5 性能检测

5.1 检测条件

5.1.1 制定本条的目的是为了提高检测工作的效率，节约检测成本，在科学合理的前提下尽量减少系统检测数量。集热器结构类型、集热器总面积见《平板型太阳能集热器》GB/T 6424 和《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 的规定；太阳能热水系统的集热和供热水范围、系统运行方式、集热器内传热工质、辅助能源安装位置、辅助能源启动方式等规定见《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 的规定。

对于阳台壁挂式太阳能、家用整体式太阳能等分散供热水系统，抽检应符合下列规定：

1 分散供热水系统的抽样数 N ，应为确定的建筑抽样检测幢数 K_1 与确定的每幢抽样检测户数（集热器安装台数） K_2 之积，按下式计算：

$$N = K_1 \cdot K_2 \quad (1)$$

式中 N ——分散供热水系统工程检测抽样数（户）；

K_1 ——建筑抽样检测幢数（幢）；

K_2 ——每幢抽样检测户数（集热器安装台数）（户/幢或台/幢）。

2 建筑抽样检测幢数 K_1 应按表 1 确定。

表 1 建筑抽样检测幢数 K_1

序号	建筑总幢数（幢）	建筑抽样检测幢数 K_1 （幢）
1	1~8	1
2	9~15	2

续表1

序号	建筑总幢数 (幢)	建筑抽样检测幢数 K_1 (幢)
3	16~25	3
4	26~50	5
5	>50	8

3 每幢抽样检测户数 (每幢集热器安装台数) K_2 应按表 2 确定。

表 2 每幢抽样检测户数 (每幢集热器安装台数) K_2

序号	每幢总户数 (户) 或 (集热器安装台数)	每幢抽样检测户数 (集热器安装台数) K_2 (户/幢) 或 (台/幢)
1	2~25	2
2	26~50	3
3	>50	4

5.1.2 本条说明如下:

1 本规程是对太阳能热水系统实际运行性能进行测评, 即根据系统的实际运行状态对系统的能效进行检测。

2 本款为短期检测的要求。

长期监测应按下列规定进行:

1) 太阳能热水系统长期监测的周期不应少于 120d, 且应连续完成。长期监测开始的时间应在每年春分 (或) 秋分前至少 60d 开始, 结束时间应在每年春分 (或秋分) 后至少 60d 结束; 太阳能采暖系统长期监测的周期应与采暖同步; 太阳能空调系统长期监测的周期应与空调期同步。长期监测周期内的平均负荷率不应小于 30%;

2) 太阳能热利用系统短期检测的时间不应少于 4d。短期检测期间的运行工况应尽量接近系统的设计工况, 且

应在连续运行的状态下完成。短期检测期间的系统平均负荷率不应小于 50%, 短期检测期间室内温度的检测应在建筑物达到热稳定后进行。

3 本款规定了太阳能热水系统检测时的环境平均温度。环境温度对太阳能热水系统的测评有一定的影响, 应给出一定的限制。

2) 根据《太阳能集热器热性能试验方法》GB/T 4271: 随着流经集热器的空气流动速度增加, 集热器的热损失相应增加, 影响集热器的热性能, 因此需要在检测期间将环境风速限制在一定范围内。参照《可再生能源建筑应用示范项目检测导则》第 2.5 节: 环境空气的评价流动速率不大于 4m/s。

4 太阳辐照量指接收到太阳辐射能的面密度。江苏省在太阳能资源区划分中属于资源较富区, 根据月平均不小于 10℃、日照时数不小于 6h 的天数不同, 太阳辐照量分为 I、II 区。I 区: 阴雨天气的太阳辐照量 $J < 8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; 阴间多云时的太阳辐照量 $8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \leq J < 12\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; 晴间多云时的太阳辐照量 $12\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \leq J < 16\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; 天气特别晴朗时的太阳辐照量 $J \geq 16\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。II 区: 阴雨天气的太阳辐照量 $J < 8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; 阴间多云时的太阳辐照量 $8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \leq J < 13\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; 晴间多云时的太阳辐照量 $13\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \leq J < 18\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; 天气特别晴朗时的太阳辐照量 $J \geq 18\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。太阳辐照不同, 太阳集热器的转换效率也会有所不同, 因此在检测期间应能够达到该地区平均太阳辐照量。

5 对于集热器安装角度、局部气候条件等原因导致太阳辐照量难以达到 $16\text{MJ}/\text{m}^2$ 或 $18\text{MJ}/\text{m}^2$ 要求时, 可由测评机构、委托单位等有关各方根据实际情况对太阳辐照量的检测条件进行适

当调整,但检测天数不得少于 4d,检测期间的太阳辐照量应均匀分布。

5.2 检测仪器

5.2.2 本条说明如下:

1 总辐射表也称总日射表或天空辐射表,是测量平面接收器上半球向日射辐照度的辐射表。《总辐射表》GB/T 19565 规定的主要性能指标规定如下:

- 1) 热电堆与仪器基座之间的绝缘电阻不小于 $1\text{M}\Omega$;
- 2) 内阻不大于 800Ω ;
- 3) 灵敏度允许范围 $7\sim 14\mu\text{V}\cdot\text{m}^2/\text{W}$;
- 4) 响应时间 (99%响应) 不大于 60s;
- 5) 非线性误差不大于 3%;
- 6) 余弦响应误差: 太阳高度角 10° 时不大于 10%, 太阳高度角 30° 时不大于 5%;
- 7) 方位响应误差 (太阳高度角 10° 时) 不大于 7%;
- 8) 温度误差 ($-40\sim +40^\circ\text{C}$ 范围内) 不大于 5%;
- 9) 倾斜 (180°) 响应误差不大于 3%;
- 10) 年稳定性不大于 5%。

2 由于测量对象的差异,对于测量空气和液体工质 (水或防冻液) 温度传感器的要求不同。液体工质温度对太阳能热水系统性能有着决定性的影响,因此对所使用的温度传感器的准确度和精度都有较高的要求;环境空气温度对太阳能热水系统性能的影响相对较小,对温度传感器的要求也相对较低。另外,温度传感器距离太阳集热器和系统组件太近或太远,传感器周围有影响环境湿度的冷、热源,都将会影响测量的准确性。所以,对温度传感器放置的位置也有相应的要求。

3 流量是流体在单位时间内通过管道或设备某横截面处的数量。其数值用质量来表示,称为质量流量,单位为 kg/h ;用体积表示,称为体积流量,单位为 L/h 。

目前常用的流量测量方法有下列三种形式:

一是速度式流量测量方式。直接测出管道内流体的流速,以此作为流量测量的依据。其测量仪器包括:节流式流量测量常用仪器,如孔板、喷嘴、文丘里管、转子流量计、毕托管等;通过测量叶轮翻转次数测量流量的仪器,即叶轮式流量计,如水表、涡流量计;电磁式流量计;超声波式流量计。

二是容积式流量测量方法。通过测量单位时间内经过流量仪表排出的流体的固定溶剂数目来实现。采用此方法的仪器是容积式流量计,常用的有椭圆齿轮流量计、刮板式流量计、湿式流量计。

三是通过直接或间接的方法测量单位时间内流过管道截面的流体质量数。采用此类测量方法的常见仪器有叶轮式质量流量计,温度、压力自动补偿流量计等。

只要达到测量的准确度,上述三类的流量计都可以使用。选择流量测量仪表时应考虑现场实际情况,如在不能开口或截断的管道上使用超声波流量计等。

4、5 质量和时间测量属于常规基础量的测量。使用常规满足精度要求的质量计和计时器即可。

6 太阳能热水系统中太阳集热器附近空气的流动速率对太阳能热水系统的热性能有一定的影响。为减少系统检测与评价之间的差异,规定了实验期间太阳集热器周围空气速率的限值。目前常用测量气体的流速仪表为热线风速仪。

7 本款规定了选择数据记录仪应达到的要求。为了达到所记录参数的精度,在任何情况下,仪器或仪表系统的最小分度都不应超过规定精度的 2 倍。例如,若规定的精度是 $\pm 0.1^\circ\text{C}$,则

最小分度不应超过 0.2°C 。

8 长度测量选择常见且满足精度要求的仪器即可,检测应简单易行。

9 根据《热量表》CJ 128 的规定,热量表的计量准确度分为三级,采用相对误差限表示,并按下式计算:

$$E = \frac{V_d - V_e}{V_e} \times 100\% \quad (2)$$

式中 E —— 相对误差限 (%);

V_d —— 显示的测量值;

V_e —— 常规真实值。

其中 2 级表: $E = \pm (3 + 4\Delta T_{\min}/\Delta T + 0.01q_p/q)$ (3)

式中 $\Delta T_{\min}$ —— 最小温差 (K);

ΔT —— 使用范围内的温差 (K);

q_p —— 常用流量 (m^3/h);

q —— 使用范围内的流量 (m^3/h)。

5.3 检测方法

5.3.1 长期监测的时间应满足本规程第 5.1.2 条第 2 款条文说明的要求。

集热系统得热量是指由太阳能系统中太阳能集热器提供的有用能量,是太阳能热水系统的关键性指标。

一般情况下,当太阳能集热器采光面正南放置时,试验起止时间应为当地太阳正午时前 4h 到太阳正午时后 4h,共计 8h。江苏省地域广阔,各地天气情况复杂多变,太阳能辐射量会受到有云、阴天及雨雪天气的影响。由于天气的不确定性,在一天中规定的时间内满足本规程 5.1.2 第 4 款规定的太阳辐射量 J 要求,可能需要很长的一段检测时间。如在一次无锡的实际检测中,在

半个月太阳辐射量的值没有一天是小于 $8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 的,这给实际的测量工作带来了很大的困难。因此,为了使检测能够正常进行,可采取截取太阳辐射量方法,以部分时间的检测数据进行代替。例如:在某工程的检测中,若需要 $8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \leq J < 13(12)\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 的检测数据。从当地太阳正午时前 4h 实验开始,在当地正午时后 2h 时, J 值为 $10.7\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$,则在此时记录完毕其他参数数值,当天实验即可结束。当天当地太阳正午时前 4h 到太阳正午时后 2h 的检测数据即为 $8\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \leq J < 13(12)\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 的检测数据。

对于阳台壁挂式太阳能、家用整体式太阳能等分散供热热水系统的得热量检测,应符合下列规定:

1 每日检测的时间从上午 8 时开始至达到所需要的太阳辐射量为止。

2 检测参数包括贮热水箱检测开始时的水温、结束时的水温、环境温度、环境空气流速。

3 太阳能热水系统的得热量应按下列式计算:

$$Q_j = \rho_w c_{pw} V_s (T_e - T_b) \quad (4)$$

式中 Q_j —— 太阳能系统得热量 (MJ);

ρ_w —— 水的密度 (kg/m^3);

c_{pw} —— 水的比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$];

V_s —— 贮热水箱的检测水量 (L);

T_e —— 热水箱检测结束时的水温 ($^{\circ}\text{C}$);

T_b —— 热水箱检测开始时的水温 ($^{\circ}\text{C}$)。

5.3.2 本条给出了计算集热系统效率的方法。进行长期监测时,长期监测的时间应满足本规程第 5.1.2 条第 2 款条文说明的要求。

5.3.3 长期监测的时间应满足本规程第 5.1.2 条第 2 款条文说明的要求。

系统需要的总能量是太阳能热水系统的参数，是确定太阳能热水系统保证率的重要参数。检测时间需涵盖整个检测过程，在集热器停止工作后，系统常规热源包括电锅炉、燃气炉、燃煤炉、热力站等还在工作。同集热系统得热量一样，应针对不同用途进行集热系统相应测量。

5.3.4 若进行长期监测，应满足本规程第 5.1.2 条第 2 款条文说明的要求。

6 能效评估

6.1 节能效益评价

太阳能热水系统的常规能源替代量应满足项目立项可行性报告等相关文件的要求。若无文件明确规定，应在检测评价报告中给出系统的常规能源替代量。 η_t 按照项目立项文件选取，若无文件明确，按表 6.1.2 进行选取。

常规能源替代量是评价太阳能热水系统节约常规能源能力的重要参数。确定了太阳能热水系统的常规能源替代量，则可分析其项目费效比、环境效益及经济效益。

常规能源的替代一定是太阳能和某一种能源比较计算得出的。目前常规能源多以电和天然气为主。根据《储水式电热水器》GB/T 20289，电热水器加热效率最低为 0.9，我国火力发电的水平大致为 $0.36\text{kgce/kW}\cdot\text{h}$ ，根据《综合能耗计算通则》GB/T 2589，标准煤的发热量为 29.307MJ/kg ，以此计算，综合考虑火电系统煤的发电效率和电热水器的加热效率，运行效率为 0.31。以煤作为热源的水加热方式目前已不多见，也不是国家鼓励的发展方向。根据《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》GB 20665，燃气热水器的最低效率为 0.84。

6.2 环境效益评价

太阳能热水系统的最大优势在于节约和替代常规能源，并带来较好的环境效益。从根本上来说，环境效益是经济效益和社会

效益的基础,经济效益、社会效益是环境效益的结果。在当前常规能源日益紧张的今天,发展可再生能源是促使社会不断进步、经济持续发展、环境日益改善的具体措施。因此,本规程对太阳能热水系统环境效益的评价提出了具体的量化指标。

6.3 经济效益评价

6.3.1 增量成本依据项目单位提供的项目决算书进行核算。项目决算书中应对可再生能源的增量成本有明确的计算和说明,系统寿命根据项目立项文件等资料确定。若无明确规定, N 取 15a。

系统费效比是考核工程经济的评价指标。从目前测评的实际工程来看,正常的太阳能热水系统的费效比在 0.10~0.30 元/ $\text{kW} \cdot \text{h}$ 之间。若是某个项目的费效比超出这个范围,可能是初投资太大,工程费用太高;或者是系统设计不合理,系统的常规能源替代量太少。

6.3.2 太阳常规能源的价格 P 应根据项目立项文件所对比的常规能源类型进行比较。若无明确规定,由测评单位和项目建设单位根据当地实际用能状况确定常规能源类型,按照下列规定选取:

1 常规能源为电时,对于太阳能热水系统, P 为当地家庭用电价格,计算公式如下:

$$C_{\text{sr}} = \frac{0.34P \cdot Q \cdot q}{3.6} - M_r \quad (5)$$

式中 0.34 $\approx \frac{\text{以电为热源时的运行效率}}{\text{电热水器加热效率}} = \frac{0.31}{0.9}$ 。

2 常规能源为天然气或煤时, P 按下式计算:

$$P = \frac{P_r}{R} \quad (6)$$

式中 P ——常规能源的价格 (元/ $\text{kW} \cdot \text{h}$);

P_r ——当地天然气或煤的价格 (元/ Nm^3 或元/kg);

R ——天然气或煤的热值,按当地有关部门提供的数据选取;没有数据时,天然气的 R 值取 $11\text{kW} \cdot \text{h}/\text{Nm}^3$, 煤的 R 值取 $8.14\text{kW} \cdot \text{h}/\text{kg}$ 。

3 M_r 为每年运行维护增加的费用。太阳能热水系统在运行阶段基本没有附加运行成本,一般为 0。当存在时,由建设单位委托运行维护部门测算得出。

7 综合判定

7.0.1 如果项目是可再生能源示范项目且有申报书,形式检查内容与申报书一致时判定为合格;不是可再生能源示范项目,则与设计文件一致时判定为合格。本条作为形式检查判定依据,形式检查合格,则项目可进行下一步判定。

7.0.2 本条规定了太阳能热水系统的评价指标:

1 太阳能保证率 f 是衡量太阳能热水系统所能提供能量比例的一个关键性参数,也是影响太阳能热水系统经济性能的重要指标。实际选用的太阳能保证率 f 与系统使用期内的太阳辐照、气候条件、产品和系统的热性能、系统成本和开发商的预期投资规模等因素有关。太阳能保证率不同,常规能源替代量就不同,造价、节能、环境和社会效益也就不同。本条规定的保证率取值参考了《民用建筑太阳能热水系统评价标准》GB/T 50604 中关于热水系统推荐的 f 取值 30%~80% 的取值范围。

2 集热系统效率是衡量集热器环路将太阳能转化为热能的重要指标。效率过低,无法充分发挥集热器的性能,浪费宝贵的安装空间,因此必须对集热效率提出要求。本条规定的热水系统集热器效率参照《太阳能热水系统性能评定规程》GB/T 20095 中关于热水工程的性能指标,《平板型太阳能集热器》GB/T 6424、《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 的集热器性能参数而确定。

3 贮热水箱热损因数较低可以有效降低系统的热损失,充分利用太阳能。贮热水箱热损因数的检测参照《家用太阳能热水系统热性能试验方法》GB/T 18708 中贮热水箱热损因数的检测方法。此外的规定主要参照《家用太阳能热水系统技术条件》GB/T 19141 和《太阳能热水系统性能评定规程》GB/T 20095 中的要求。根据《家用太阳能热水系统技术条件》GB/T 19141 的规定,家用

太阳能热水系统的贮热水箱热损因数 $U_{sl} \leq 22 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ 。而根据《太阳能热水系统性能评定规程》GB/T 20095 对贮热水箱保温性能的要求,贮热水箱容量 $V \leq 2 \text{ m}^3$ 时,贮热水箱热损因数 $U_{sl} \leq 27.7 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$;贮热水箱容量 $2 \text{ m}^3 \leq V \leq 4 \text{ m}^3$ 时,贮热水箱热损因数 $U_{sl} \leq 26.0 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$;贮热水箱容量 $V > 4 \text{ m}^3$ 时,贮热水箱热损因数 $U_{sl} \leq 17.3 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ 。在测量时应注意,由于工程中贮热水箱体积一般较大,水箱中水温会产生分层现象。因此,在开始测量贮热水箱内水温度时,应使水箱内上下层的水充分混合,使上下层水温温差小于 1.0K。

7.0.3 本条对太阳能热水系统建筑应用项目进行整体评判。

当全部项目判定合格时,可对系统性能进行分级评价,具体应遵循下列规定:

1 太阳能热水系统应采用太阳能保证率和集热系统效率进行性能分级评价。若系统太阳能保证率和集热系统效率满足本规程第 4.3.2 条第 1、2 款,且太阳能热水系统性能判定合格,可进行性能分级评价。

2 太阳能热水系统的太阳能保证率应分为 3 级,1 级最高。太阳能保证率应按表 3 的规定进行划分。

表 3 太阳能热水系统的太阳能保证率级别划分

级别	1 级	2 级	3 级
太阳能保证率 f (%)	$f \geq 60$	$60 > f \geq 50$	$50 > f \geq 40$

3 太阳能热水系统的集热系统效率应分为 3 级,1 级最高。太阳能集热系统效率的级别应按表 4 划分。

表 4 太阳能热水系统的集热效率级别划分

级别	1 级	2 级	3 级
集热效率 η (%)	$\eta \geq 65$	$65 > \eta \geq 50$	$50 > \eta \geq 42$

4 太阳能热水系统的性能分级评价应符合下列规定:

- 1) 太阳能保证率和集热系统级别相同时，性能级别应与级别相同；
- 2) 太阳能保证率和集热系统级别不同时，性能级别应与其中较低级别相同。

附录 A 江苏省 I、II 区域市划分及对应辐照量分段统计表

由于江苏省地域狭长，纬度跨度较大，致使年太阳辐照量、日照时数等相差较大，因此有必要对分段区间进行详细划分（表 5）。分区主要是根据年太阳辐照量、日照时数进行划分。当日照时数较多时，说明天气相对要好，太阳辐照量分布在高区间的天数较多，该市则划分在 II 区；相对较低的，则划分在 I 区。

表 5 江苏省主要城市日太阳辐照量分段统计

分区	主要城市	太阳总辐射量 [kW·h/ (m²·a)]	日照时数 (h)	太阳辐照量 J [MJ/ (m²·d)]
I 区	南京、苏州、无锡、常州、镇江、扬州、泰州、南通	1200~1400	1700~2300	$J < 8;$ $8 \leq J < 12;$ $12 \leq J < 16;$ $J \geq 16$
	东台（盐城）	1200~1450	2200~2400	
II 区	徐州	1390~1440	2300~2500	$J < 8;$ $8 \leq J < 13;$ $13 \leq J < 18;$ $J \geq 18$
	淮安、宿迁	1400~1450	2100~2400	
	连云港	1400~1500	2300~2500	

注：数据来源于江苏省可再生能源相关研究报告。

工程建设标准（标准设计）资料服务联系方式

联系人：刘敏、朱云良

联系电话：025-51868155、51868118

联系地址：南京市鼓楼区江东北路 287 号银城广场 B 座 4 楼 404 室

南京市鼓楼区草场门大街 88 号江苏建设大厦 1 楼

即时通讯：649536919（QQ）、635756192（QQ）

发布信息：<http://www.jscin.gov.cn/web/default.aspx>

（省住房和城乡建设厅网站）

<http://www.jscst.cn/>（省住房和城乡建设厅科技发展中心网站）

85397437（QQ 群）

账号信息：单位（江苏省工程建设标准站）

账号（7321810182600038172）

开户行（中信银行南京江苏路支行）