

ICS 19.020

Y 63



团 体 标 准

T/CECA-G 0022—2019

家用和类似用途热水器能效测试计算方法

Testing and calculation method for energy efficiency of household and similar
water heaters

2019-07-26 发布

2019-11-06 实施

中 国 节 能 协 会 发 布

目 录

| | |
|------------------|----|
| 前言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语及定义 | 1 |
| 4 试验条件 | 2 |
| 5 测试方法 | 2 |
| 6 能源效率计算方法 | 6 |

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国节能协会和中国标准化研究院提出。

本标准由中国节能协会归口。

本标准参加起草单位：广东美的暖通设备有限公司、马鞍山市博浪热能科技有限公司、上海海立电器有限公司、广东芬尼科技股份有限公司、国际铜业协会（中国）、合肥通用环境控制技术有限责任公司、中家院（北京）检测认证有限公司、威凯检测技术有限公司、广州德能热源设备有限公司、浙江中广电器股份有限公司、青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司、珠海格力电器股份有限公司、浙江正理生能科技有限公司、艾默生环境优化技术（苏州）有限公司、合肥荣事达太阳能有限公司、广东万和新电气股份有限公司、广东纽恩泰新能源科技发展有限公司、广东聚腾环保设备有限公司、杭州鸿雁管道系统科技有限公司、广州迪森家居环境技术有限公司、泰州市中天环境科技有限公司、广东高而美制冷设备有限公司、浙江阳帆节能开发有限公司、佛山市南海聚腾环保设备有限公司、山东力诺瑞特新能源有限公司。

本标准主要起草人：宋忠奎、林翎、陈海红、卫鹏云、吴剑峰、季盛昌、彭玉坤、赵恒谊、张秀平、张子祺、吴志东、马永德、凌拥军、郑晓峰、彭亚勇、黄元躬、王硕渊、张会军、黄逊青、赵密升、桂海燕、江小青、李伟民、邢志勇、施永康、王凯峰、杨海涛、王林。

家用和类似用途热水器能效测试计算方法

1 范围

本标准规定了家用和类似用途热水器(以下简称“热水器”)的术语和定义、试验条件、测试方法和计算方法等。

本标准适用于家用和类似用途热泵热水器、储水式电热水器、快热式热水器、家用燃气快速热水器及燃气容积式热水器。

本标准不适用于太阳能热水器。

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,仅所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 6932 家用燃气快速热水器

GB 18111 燃气容积式热水器

GB/T 20289 储水式电热水器

GB/T 23137 家用和类似用途热泵热水器

GB/T 26185 快热式热水器

3 术语及定义

GB 6932、GB 18111、GB/T 20289、GB/T 23137 和 GB/T 26185 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

有效内能 useful energy content

在不低于有效水温和有效水流量时所产生的热水内能。

3.2

用水模式 water use models

模拟用户用水习惯的一系列给定有效水流量、有效水温和有效内能的组合。

3.3

有效水温 useful water temperature

在用水模式下放水时,对有效内能有贡献的最低水温。

3.4

有效水流量 useful water flow

在用水模式下放水时,对有效内能有贡献的热水最小流量。

3.5

40℃混合水量 (V₄₀) mixed water at 40℃

在规定的测试条件下，热水器能提供的40℃水量。

3.6

能源效率 energy efficiency

在规定的测试条件下，24h内热水器所供应热水热量与所消耗的一次能源之间的比率。

3.7

总热值 gross calorific value

测试期间燃料在氧气条件下完全燃烧后所产生的热量总值，其测算应符合 GB 6932 的规定。

4 试验条件

4.1 热水器的进水温度为 15℃，热泵热水器设定的加热终止温度为 55℃，储水式电热水器和燃气容积式热水器设定的加热终止温度为 65℃，快热式热水器和家用燃气快速热水器设定的加热温升为 40K，关闭热水器设定的其它参数和功能。

4.2 热水器试验的环境条件应符合表 1 的规定。

表 1 试验的环境条件

单位为摄氏度

| 室外空气 ^a | | 室内空气 ^b | |
|--|------|-------------------|------|
| 干球温度 | 湿球温度 | 干球温度 | 湿球温度 |
| 15 | 12 | 20 | ≤18 |
| ^a 室外空气温度适用于热泵热水器； ^b 室内空气温度适用于储水式电热水器、快热式热水器、家用燃气快速热水器和燃气容积式热水器。 | | | |

4.3 在测试期间不排水时的水压在0.275MPa和热水器制造商规定的最大许可压力之间。水压应保持稳定。

5 测试方法

5.1 测试仪表

测试用仪器仪表应符合表 2 的规定。

表 2 测试仪表要求

| 被测量 | | 最大允许误差/准确度等级 |
|-----|------------|---|
| 水 | 温度 | ± 0.1℃ |
| | 温度差 | ± 0.1 K |
| | 流量 | ± 2 % |
| 燃气 | 燃气压力 | ± 10 Pa |
| | 燃烧室，给排气管压力 | ± 1 Pa |
| | 燃气流量 | ±0.1 L (燃气流量范围： (0~3) m ³ /h) ±0.2 L (燃气流量范围： (0~6) m ³ /h) 1.0级 (燃气流量范围： (0~23) m ³ /h) |

| | | |
|---------|------|---|
| 空气 (热源) | 干球温度 | $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ |
| | 湿球温度 | $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ |
| | 静压差 | $\pm 5\text{ Pa}$ ($\Delta p \leq 100\text{ Pa}$) $\pm 5\%$ ($\Delta p > 100\text{ Pa}$) |
| 电 | 电功率 | $\pm 1\%$ |
| | 电量 | $\pm 1\%$ |
| | 电压 | $\pm 0.5\%$ |

5.2 测试允差

测试期间各参数的允差应符合表 3 规定。

表 3 热水器测试允差

| 被测量 | | 读数的平均值对设定值的偏差 | | | 各读数对设定值的最大偏差 | | |
|-----|--------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 热泵热水器 | 电热水器 | 燃气热水器 | 热泵热水器 | 电热水器 | 燃气热水器 |
| 水 | 进水温度 | $\pm 1^{\circ}\text{C}$ | $\pm 2^{\circ}\text{C}$ | | $\pm 1^{\circ}\text{C}$ | $\pm 2^{\circ}\text{C}$ | |
| | 容积流量 | $\pm 5\%$ | $\pm 3\%$ | | $\pm 10\%$ | $\pm 5\%$ | |
| | 供水压力 | $\pm 0.04\text{MPa}$ | | | | | |
| 空气 | 环境温度 | $\pm 1^{\circ}\text{C}^{\text{a}}$ | $\pm 2^{\circ}\text{C}$ | $\pm 5^{\circ}\text{C}$ | $\pm 2^{\circ}\text{C}$ | $\pm 2^{\circ}\text{C}$ | $\pm 5^{\circ}\text{C}$ |
| | 进口温度 (干球/湿球) | $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ | — | — | $\pm 1^{\circ}\text{C}$ | — | — |
| | 静压差 | — | — | — | $\pm 10\%$ | — | — |
| 燃气 | 容积流量 | — | — | $\pm 5\%$ | — | — | $\pm 5\%$ |
| 电压 | | $\pm 4\%$ | $\pm 5\%$ | $\pm 2\%$ | $\pm 4\%$ | $\pm 5\%$ | $\pm 2\%$ |

^a 如果不作为热源使用。

5.3 用水模式和 V_{40} 要求

5.3.1 热水器按照 V_{40} 将负荷等级标称为 XS、S、M、L、XL、XXL、3XL 和 4XL。

5.3.2 不同标称负荷等级的热水器，用水模式见表 4。

表 4 用水模式

| 假设时刻 | 有效水温 $^{\circ}\text{C}$ | 有效水流量 L/min | 有效内能 kWh | | | | | | | |
|-------|----------------------------|--------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | | | XS | S | M | L | XL | XXL | 3XL | 4XL |
| 7:00 | ≥ 40 | 4 | 0.135 | 0.630 | 1.155 | 1.155 | 1.155 | 1.365 | 1.365 | 9.240 |
| 12:00 | ≥ 40 | 4 | 0.105 | 0.315 | 0.630 | 0.630 | 0.630 | 1.365 | 1.365 | 5.040 |
| 18:00 | ≥ 40 | 4 | 0.105 | 1.155 | 1.260 | 1.260 | 1.260 | 1.260 | 1.260 | 9.240 |
| 20:00 | ≥ 40 | 10 | — | — | 1.900 | 3.800 | 5.700 | 7.700 | — | — |
| | | 16 | — | — | — | — | — | — | 11.500 | — |
| | | 48 | — | — | — | — | — | — | — | 19.000 |

注：“—”为不适用。

5.3.3 不同标称负荷等级的热水器，其 V_{40} 应符合表 5 的规定。

表 5 不同标称负荷等级热水器的 V_{40} 要求

| 标称负荷等级 | V_{40} 要求 |
|--------|---------------------------|
| XS | $16L > V_{40} \geq 8L$ |
| S | $65L > V_{40} \geq 16L$ |
| M | $100L > V_{40} \geq 65L$ |
| L | $150L > V_{40} \geq 100L$ |
| XL | $210L > V_{40} \geq 150L$ |
| XXL | $300L > V_{40} \geq 210L$ |
| 3XL | $520L > V_{40} \geq 300L$ |
| 4XL | $V_{40} \geq 520L$ |

5.3.4 如热水器的 V_{40} 不符合表 5 的规定，热水器应按降 1 级的用水模式重新测试能源效率。

5.4 试验周期

试验周期如图 1 所示。

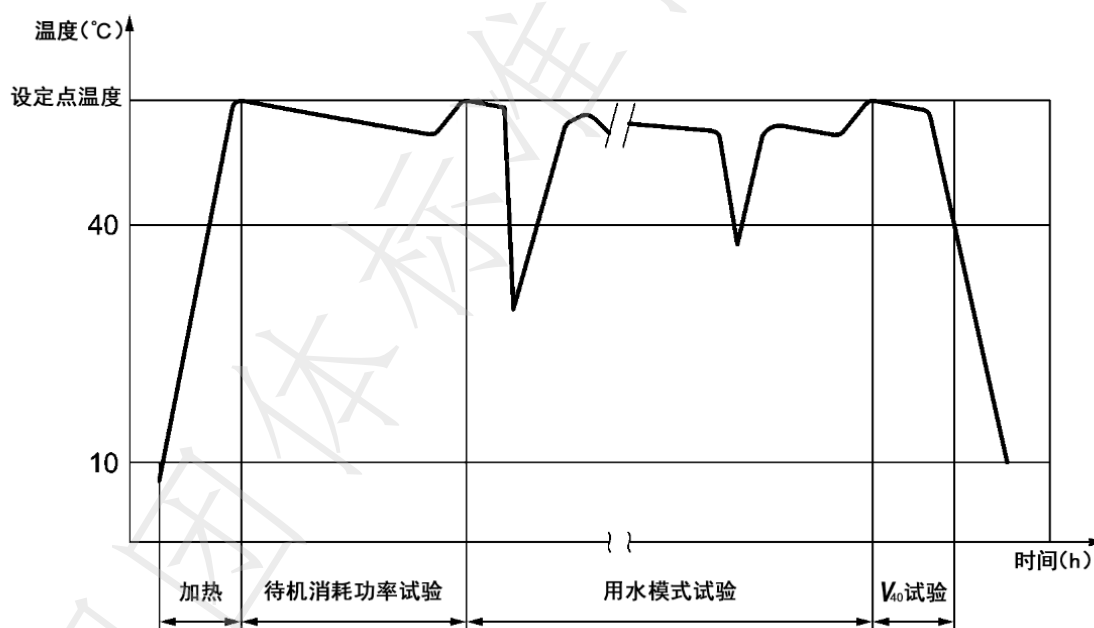


图 1 试验周期示意图

5.5 试验步骤

5.5.1 带储水箱的热水器

5.5.1.1 加热

向储水箱注满符合 4.1 规定进水温度的水，开启热水器将储水箱中的水加热至 4.1 规定的加热终止温度。

5.5.1.2 待机消耗功率试验

热水器加热结束时开始测试，热水器维持自然保温待机状态，完成 1 次完整的启停时测试结束。待机消耗功率按公式（1）计算：

$$P_{es} = \frac{3600CC \cdot Q_{es} + GCV_{es}}{t_{es}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- P_{es} 待机消耗功率，单位为千瓦（kW）；
- CC 电与热值的转换关系，单位为千焦每千焦 kJ/kJ，取值 $CC=2.52$ ；
- Q_{es} 测试期间的耗电量，单位为千瓦时（kWh）；
- GCV_{es} 测试期间消耗的总热值，单位为千焦（kJ）；
- t_{es} 测试的时间间隔，单位为秒（s）。

5.5.1.3 用水模式试验

待机消耗功率试验结束时开始测试，以此为假设时刻 7:00，按照表 4 规定的用水模式供应热水，最后一次放水完成时测试结束，储水箱再次加热到用水模式试验开始时的状态。测试期间记录冷水进水温度、热水出水温度、热水流量和每次放水的累积时间，数据采集间隔应不大于 5s，每次放水的有效内能测量值应在表 4 规定的有效内能参考值的±5%范围内。同时记录供应热水期间的耗电量、消耗的总热值和时间，有效内能和总供热量分别按公式（2）和公式（3）计算：

$$Q_{tap} = \frac{1}{60 \times 1000 \times 3600} \int_0^{tap} c_p \times \rho \times q_v \times (T_H - T_C) dt \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- Q_{tap} 特定用水模式下每次放水实测的有效内能，单位为千瓦时（kWh）；
- t_{tap} 有效内能的累计测试时间，单位为秒（s）；
- T_H 实测的出水温度，单位为摄氏度（℃）；
- T_C 实测的进水温度，单位为摄氏度（℃）；
- c_p 水比热容，单位为千焦每千克摄氏度（kJ/(kg·℃)），取 $c_p=4.187$ kJ/(kg·℃)；
- ρ 热水密度，单位为千克每升（kg/m³），取 T_H 条件下的值；
- q_v 实测的热水流量，单位为升每分钟（L/min）。

$$Q_{LP} = \sum_{i=1}^n Q_{tapi} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- Q_{LP} 特定用水模式下实测的总供热量，单位为千瓦时（kWh）；
- i 特定用水模式下的放水次数；
- n 特定用水模式下的放水总次数。

5.5.1.4 V_{40} 试验

用水模式试验结束后，热水器维持自然保温待机状态，在进行 1 次启停后，关闭其加热功能并开始放水。连续放水直至热水出水温度降至 40℃ 以下时测试结束。不同标称负荷等级的热水器，热水流量应为表 4 中所对应的最大有效水流量，放水过程中数据采集间隔应不大于 5s。40℃ 混合水量按公式（4）计算：

$$V_{40} = \frac{1}{(40-15) \times 60} \int_0^{t_{40}} q_v \times (T_H - T_C) dt \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- V_{40} 40℃混合水量, 单位为升 (L);
 t_{40} 测试的时间间隔, 单位为秒 (s)。

5.5.2 不带储水箱的热水器

按照 5.3 规定的用水模式供应热水, 最后一次放水完成时测试结束。测试期间记录冷水进水温度、热水出水温度、热水流量和每次放水的累积时间, 数据采集间隔应不大于 5s, 每次放水的实测有效内能应在表 4 规定的有效内能参考值的±5%以内。总供热量按公式 (2) 计算。

6 能源效率计算方法

热水器能源效率按公式 (5) 计算:

$$\eta = \frac{Q_{LP}}{CC \cdot Q_{elec} + \frac{GCV_{LP}}{3600} + (24 - t_{LP}) \cdot P_{es}} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- η 热水器的能源效率, 单位为百分比 (%);
 Q_{elec} 用水模式试验中供应热水期间的耗电量, 单位为千瓦时 (kWh);
 GCV_{LP} 用水模式试验中供应热水期间消耗的总热值, 单位为千焦耳 (kJ);
 t_{LP} 用水模式试验中供应热水的时间, 单位为小时 (h)。