

团 体 标 准

T/CHEAA00XX—2024

储水式电热水器能效评价规范

Energy efficiency assessment specification for electrical storage water heaters

(征求意见稿)

本稿完成时间 2024 年 7 月 17 日

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

目 次

前 言	2
引 言	3
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 技术要求	5
5 试验方法	5

CHEAA Draft

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件著作权归中国家用电器协会所有。未经书面许可，严禁任何组织及个人对本文件的纸质、电子等任何形式的载体进行复制、印刷、出版、翻译、传播、发行、合订和宣贯。未经书面许可，严禁任何组织及个人采用本文件的具体内容编制中国家用电器协会以外的各类标准和技术文件。中国家用电器协会将对上述行为保留依法追责的权利。

本文件由中国家用电器协会家用电热水器专业委员会提出。

本文件由中国家用电器协会标准化委员会归口并解释。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件首次制定。

引 言

为深入贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰、碳中和的重大战略决策，扎实推进《中国家用电器行业 2030 年前双碳行动方案》的实施，高效节能家电产品必将迎来快速发展。储水式电热水器作为较为常见的直接提供洗浴用水的家用电器，随着技术的快速发展与革新，特别是近几年出现的具有用户习惯学习功能的储水式电热水器，可以说是节能领域的又一次技术革新。但是，目前针对具有用户习惯学习功能的储水式电热水器的节能技术缺少统一的标准，因此，结合储水式电热水器行业发展状况以及用户实际使用场景需求，在国家标准 GB 21519—2008 的基础上，根据新技术的发展进行相应的更新，并针对储水式电热水器在智能节能技术方面的具体要求做进一步规范，是非常有必要的。

通过本文件的制定，可以进一步明确具有用户习惯学习功能的储水式电热水器智能节能技术的评价、测试方法，促使智能节能技术标准化、规范化。同时，依托智能化等技术，实现产品实际使用过程中的节能，推动储水式电热水器行业向更高的节能技术方向的发展。

储水式电热水器能效评价规范

1 范围

本文件规定了储水式电热水器（以下简称热水器）能效限定值、节能评价值、能效等级及试验方法等。

本文件适用于家用和类似用途的储水式电热水器。采用其他辅助能源的储水式电热水器，也属于本文件的适用范围。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 4706.12—20XX	家用和类似用途电器的安全 储水式热水器的特殊要求
GB/T 20289	储水式电热水器
GB 21519—2008	储水式电热水器能效限定值及能效等级

3 术语和定义

GB/T 20289、GB/T 4706.12—20XX、GB 21519—2008、T/CAS 308—2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

额定容量 rated capacity

制造商规定的容积。

3.2

24h 固有能耗 standing loss per 24 hours

将热水器充满水通电工作，在达到稳定状态后，每 24 h 内不排水的能量损耗。

3.3

热水输出率 hot-water output rate

额定条件下的实际热水输出量同额定容量的比率。

3.4

用户习惯学习功能 user habit learning function

热水器能够统计并记忆用户使用时的用水参数（例如：温度、时间、用水量、工作模式等），依据统计数据调整热水器运行参数的功能。

[来源：T/CAS 308—2018，定义 3.2，有修改]

3.5

智能节能模式 intelligent energy saving mode

热水器依据用户习惯学习功能，自动调整运行参数的模式。

3.6

参考学习期 reference learning period

在规定的试验条件下，热水器按照规定的参考排水模式工作，统计并记忆用水参数、以获得参考数据的时间段。以下简称“参考期”。

[来源：T/CAS 308—2018，定义 3.7，有修改]

3.7

智能控制期 **intelligent control period**

在规定的试验条件下，热水器采用智能节能模式运行的时间段。以下简称“智能期”。

[来源：T/CAS 308—2018，定义 3.8，有修改]

3.8

智能节能率 **intelligent energy saving rate**

在规定的试验条件下，热水器在智能期相对于参考期下的单位能耗降低率，用百分数表示。

[来源：T/CAS 308—2018，定义 3.6，有修改]

3.9

热水器能效限定值 **minimum allowable values of energy efficiency for electrical storage water heaters**

按照标准规定的试验条件，热水器所允许的 24 h 固有能耗系数的最大值以及热水输出率的最小值。

[来源：GB 21519—2008，定义 3.1]

3.10

热水器节能评价 **evaluating values of energy conservation for electrical storage water heaters**

按照本文件规定的试验条件，节能热水器所允许的 24 h 固有能耗系数的最大值以及热水输出率的最小值。

[来源：GB 21519—2008，定义 3.2，有修改]

4 技术要求

4.1 容量偏差

热水器容量偏差应不超过 10 %。

4.2 能效等级

热水器能效等级分为 3 级，A 级能效最高，各等级热水器的 24 h 固有能耗系数和热水输出率应符合表 1 的规定。

表 1 热水器能效等级

能效等级	24 h 固有能耗系数 (ϵ)	热水输出率 (μ)
A	≤ 0.6	$\geq 80\%$
B	≤ 0.7	$\geq 70\%$
C	≤ 0.8	$\geq 60\%$

4.3 能效限定值及节能评价

4.3.1 能效限定值

热水器能效限定值为表 1 能效等级的 C 级。

4.3.2 节能评价

热水器节能评价为表 1 能效等级的 B 级。

4.4 智能节能率

声明具有用户习惯学习功能的热水器，智能节能率应不低于 15 %。

5 试验方法

5.1 试验的一般条件

5.1.1 试验条件

除非另有规定，测试应在满足下面条件的热水器上进行：

- a) 实验室的空气流速应不大于 0.25 m/s；
- b) 环境温度为 20 °C±2 °C。环境温度测量点应选择在被测热水器与测试角壁的中间点或距离被测热水器 1 m 处，两者取较小值，并位于被测热水器的一半高度，环境温度应在稳定条件下测量。
- c) 相对湿度不超过 85%，并在稳定条件下测量，不应在热水从热水器中排出的瞬间取得；
- d) 试验电压不超过额定电压的±1%；
- e) 进水温度保持在 15 °C±1 °C；
- f) 使热水器处于正常安装使用状态，对于出口敞开式热水器，关闭热水器的进水阀门；对于密闭式热水器，在测试期间不排水时的水压应在 0.28 MPa 和额定压力之间并保持稳定，波动范围应不大于±0.05 MPa。

5.1.2 试验用的仪器、仪表

- a) 电气测量用仪表，其准确度应不低于±0.5 %；
- b) 测量温度用仪表，其准确度在 0.5 K 以内；
- c) 测量时间用仪表，其准确度为±1 s/h；
- d) 测量湿度用仪表，其准确度为±1 %；
- e) 测量能耗用仪表，其精度为 0.01 kW·h；
- f) 测量质量用仪表，其准确度为测定质量的±0.2 %；
- g) 测量流量用仪表，其准确度为±0.5 %。

5.1.3 热水器的安装

被测热水器应按照制造商提供的使用说明的规定进行安装。如果随机附带附件，安装时应使用随机所带的附件。

挂壁式热水器应安装在无障碍物的空间或测试角壁的隔墙或隔板上。隔墙或隔板距离墙面至少 150 mm，上下至少留有 250 mm，前面和两侧面至少留有 700 mm 的空间。

放置在地面上使用的热水器应安装在地板上，或为测试方便安装在类似的地板上或支架上，并尽可能靠近测试角壁的两面墙。

嵌装式热水器按制造商的使用说明安装到位。

进出水管的安装，按照制造商的说明要求连接必要的安全附件，非制造商提供的连接管和阀门应采用非金属件，如采用金属件时，需要增加一定的保温措施。

5.2 容量偏差

先测量无水的水热水器质量，再将被测热水器按照正常使用时的方式注水至出水口连续出水。

对于密闭式热水器，应施加规定的水压，先关闭出水阀门，内胆内的压力稳定后再关闭进水阀门。

对于出口敞开式热水器，关闭进水阀门。

测量注水后的热水器的质量。

通过计算注满水的水热水器的质量减去无水的水热水器质量，并将结果除以所测量的平均进水温度下的水的密度，得到热水器的实测容量 C ，以 L 为单位，精确到 0.1 L。

按照式 (1) 计算容量偏差：

$$\Delta C = \frac{|C - C_R|}{C_R} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- ΔC —— 容量偏差，用百分数表示；
 C —— 热水器实测容量，单位为升（L）；
 C_R —— 热水器额定容量，单位为升（L）。

5.3 24 h 固有能耗系数

5.3.1 测试点的选择

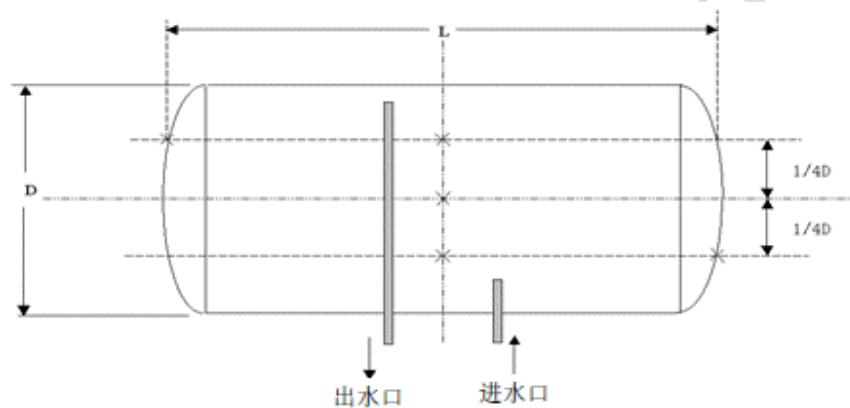
5.3.1.1 对导热良好内胆

a) 单内胆测试点的选择

试验前，在热水器上预先打合适的洞，确保测试点在规定的位置，并清理干净，使其不影响测温效果。将热电偶紧紧地贴在内胆外表面上，每个待测热水器放置 5 个热电偶，如图 1、图 2 所示的具体位置，布置完成后尽量用等效于原有隔热效果的材料进行填充防止散热。

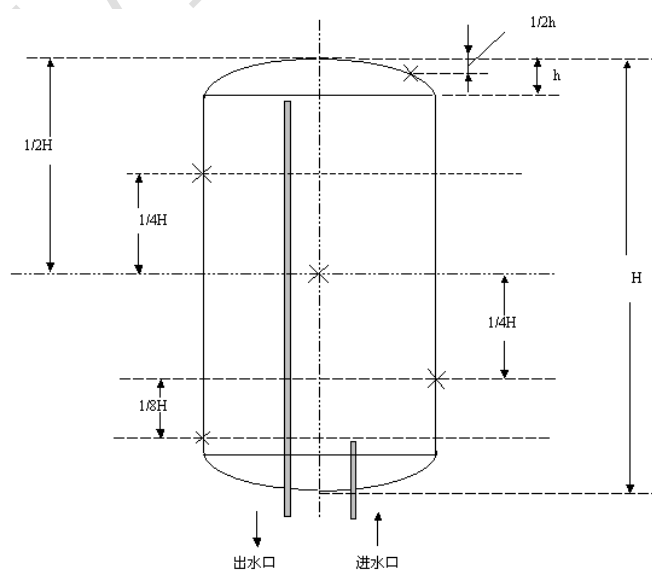
b) 一个以上内胆测试点的选择

双内胆的两个内胆分别按照 5.3.1.1 中 a) 选择布置测试点，共放置 10 个热电偶。多内胆的布点方式依此类推。



注：“×”——热电偶的放置位置； D ——内胆直径； L ——内胆长度。

图 1 卧式安装的热热水器的热电偶放置位置



注：“×”——热电偶的放置位置； H ——内胆的高度； h ——内胆两端凸底的高度。

图 2 立式安装的热热水器的热电偶放置位置

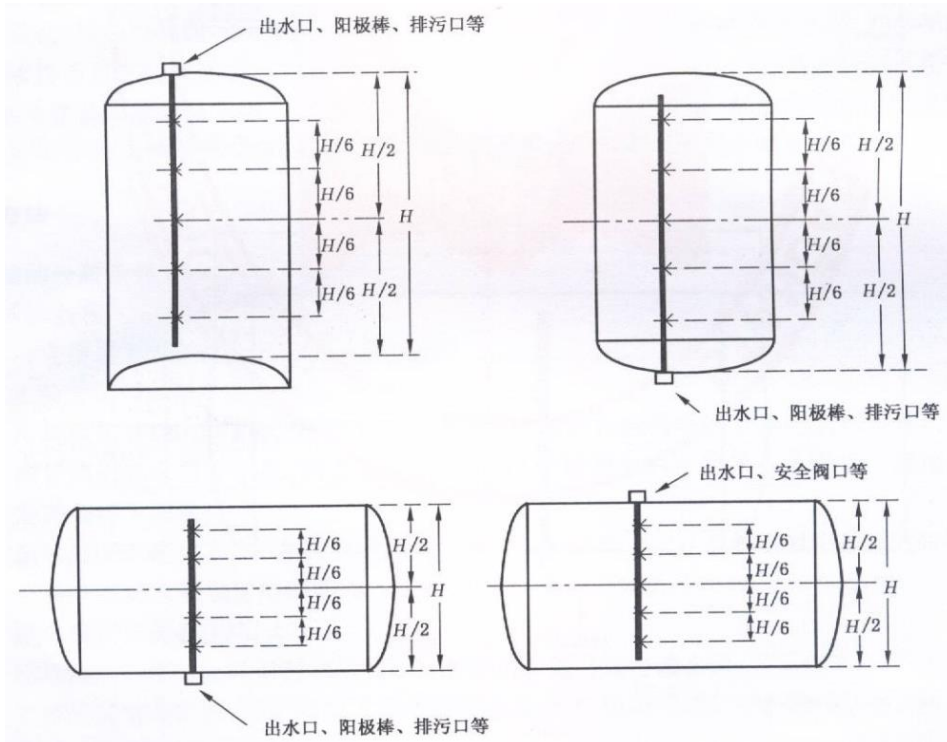
5.3.1.2 对导热不良内胆

a) 单内胆测试点的选择

对导热不良内胆（塑料、搪塑等）可按图 3 所示布置测试点，在垂直方向间距均布，其中一点在内胆垂直方向的中心，布点的位置尽可能远离加热元件。

b) 一个以上内胆测试点的选择

双内胆的两个内胆分别按照 5.3.1.2 中 a) 选择布置测试点，共放置 10 个热电偶。多内胆的布点方式依此类推。



注：“×”——热电偶的放置位置；H——内胆的高度。

图 3 对导热不良内胆的热水器热电偶放置位置

5.3.1.3 对于采用 5.3.1.1 的方法进行打洞布点会严重影响原保温材料保温性能的情况（例如：真空绝热板 Vacuum Insulation Panel-简称 VIP，一种高效保温材料），可以采用 5.3.1.2 的布点方法进行布点，或者可以将“热电偶布点平移至热水器侧面非真空绝热板覆盖区域，并紧贴于该区域外表面”进行测试；也可以采用 5.3.1.1 的布点方法，但应提前在内胆外表面预埋热电偶，然后覆盖保温层。

5.3.2 不排水时的储水平均温度 θ_M 的测试方法

5.3.2.1 温控器断开时的平均温度 θ_A 是通过多次温控器断开时测得的温度 θ_{Aij} 的平均值，按式 (2) 计算。

$$\theta_A = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \theta_{Aij}}{mn} \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

θ_A ——温控器断开时的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

θ_{Aij} ——温控器某一测试点某次断开时的储水温度，单位为摄氏度（℃）；

n ——测量次数；

m ——测试点的个数。

5.3.2.2 温控器接通时的平均温度 θ_E 是通过多次温控器接通时测得的温度 θ_{Eij} 的平均值,按式(3)计算。

$$\theta_E = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \theta_{Eij}}{nm} \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

θ_E ——温控器接通时的平均温度,单位为摄氏度(°C);

θ_{Eij} ——温控器接通时某一测试点某次接通时的储水温度,单位为摄氏度(°C);

n ——测量次数;

m ——测试点的个数。

5.3.2.3 不排水时的储水平均温度 θ_M 按式(4)计算。

$$\theta_M = \frac{(\theta_A + \theta_E)}{2} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

θ_M ——不排水时的储水平均温度,单位为摄氏度(°C)。

5.3.3 温控器设定

将被测热水器按照正常方式注入温度为 $15^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的水,对于密闭式热水器,关闭出水阀,打开进水阀,在说明书规定的测试模式下通电工作,若说明书中没有规定测试模式,则在出厂缺省模式下工作。将热水器的温控器调整到某一温度,使得热水器在接通、断开、接通的状态下周期地运行,直到稳定状态建立时的不排水时的储水平均温度 θ_M 在 $65^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 的范围内。如果一个过程无法满足,则调节温控器,适当地注水,启动工作,重复实验直到满足 θ_M 的要求。

对温控器无法调节的热水器,则外接可调温控器满足热水器的不排水时的储水平均温度 θ_M 为 $65^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 。

5.3.4 24 h 固有能耗测试方法

按照 5.3.3 进行温控器设定,使热水器的不排水时的储水平均温度 θ_M 在 $65^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 范围内,并处于稳定状态。温控器从某次断开电源时开始,直到经过 48h 以后,温控器第一次断开电源为止,用电度表测量此期间电能的损耗量 E_1 。同时,用计时器测量其相应的时间 t_1 。在这段期间内,按照 6.3.2 规定的方法,测量并计算出该期间内实际的不排水储水时平均温度 θ_M 。24h 固有能耗测试方法示意图见图 4。

24 h 能量损耗 E 按式(5)计算:

$$E = 24 \times \frac{E_1}{t_1} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

E ——24 h 的耗电量,单位为千瓦时(kW·h);

24 ——24 h,单位为小时(h);

E_1 ——温控器某次断开电源时开始,经过 48 h 以后温控器第一次断开时的耗电量,单位为千瓦时(kW·h),精确到 0.01 kW·h;

t_1 ——测量 E_1 的时间,单位为小时(h)。

调整环境温度或温控器设定,以满足 $40^\circ\text{C} \leq (\theta_M - \theta_{\text{amb}}) \leq 50^\circ\text{C}$ 的条件。在此条件下,24h 固有能耗 Q_{pr} 按式(6)计算:

$$Q_{pr} = E \times \frac{45}{(\theta_M - \theta_{amb})} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

Q_{pr} ——24 h 固有能耗，单位为千瓦时 (kW·h)；

45——传热温差基准值，单位为开尔文 (K)；

θ_{amb} ——测量 E_1 期间平均环境温度，单位为摄氏度 (°C)。

5.3.5 24 h 固有能耗系数的计算

24 h 固有能耗系数按式 (7) 计算：

$$\varepsilon = Q_{pr}/Q \dots\dots\dots (7)$$

式中：

ε ——24 h 固有能耗系数；

Q ——热水器 24 h 固有能耗基准值，具体数值按照表 2 计算。

表 2 24 h 固有能耗基准值

额定容量(C_R)/L	24 h 固有能耗基准值(Q)/kW·h
$0 < C_R \leq 30$	$Q = 0.024C + 0.6$
$30 < C_R \leq 100$	$Q = 0.015C + 0.8$
$100 < C_R \leq 200$	$Q = 0.008C + 1.5$
$C_R > 200$	$Q = 0.006C + 2.0$

注： C_R 为热水器的额定容量， C 为热水器的实测容量。

5.4 热水输出率

5.4.1 温度设定

注入热水器额定容量一半的冷水使得热水器重新启动工作；如果没有启动，那么继续注水直至启动加热后停止注水；调整温控器，使热水器工作直至温控器首次断开时平均储水温度 θ_{A1} 为 $65^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 。

对于将温控器调到最大位置时，温控器首次断开时平均储水温度 θ_{A1} 仍达不到 $65^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 的热水器，应测量温控器在最大位置时的平均储水温度。

θ_{A1} 按式 (8) 计算：

$$\theta_{A1} = \frac{\sum_{j=1}^m \theta_{A1j}}{m} \quad (j=1, 2, \dots, m) \dots\dots\dots (8)$$

式中：

θ_{A1} ——温控器首次断开时平均储水温度，单位为摄氏度 (°C)；

θ_{A1j} ——温控器首次断开时某一测试点的储水温度，单位为摄氏度 (°C)；

m ——测试点的个数。

5.4.2 热水输出率测试

通过安装在进水口的阀门控制排水流量满足下面要求，如果流量达不到要求，通过增大压力到满足要求：

- $C_R < 10\text{L}$ 按 2 L/min；
- $10\text{L} \leq C_R \leq 70\text{L}$ 按 5 L/min；
- $70\text{L} < C_R \leq 200\text{L}$ 按 10 L/min；
- $C_R > 200\text{L}$ 按 5%的额定容量/min。

出水温度的测试方法按图 5。

将热水器断电，开始排水，15 s 后记录进水温度 θ_{ci} 和出水温度 θ_{pi} ，每间隔 5 s 记录一次，记录最高出水温度 θ_{max} ，连续排水至出水温度比最高出水温度 θ_{max} 低 20 K（但不得低于 42 °C）为止。此时停止排水，计算平均出水温度 θ_p 、平均进水温度 θ_c ，并测量排水期间出水的总质量 m_p ，并按式（9）计算热水输出率：

$$\mu = 10^3 m_p \times \frac{\theta_p - \theta_c}{(\theta_{A1} - \theta_c) \times \rho \times C_R} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

μ ——热水输出率，用百分数表示；

10^3 ——常数，单位升每立方米（L/m³）；

θ_p ——平均出水温度，单位为摄氏度（°C）；

θ_c ——平均进水温度，单位为摄氏度（°C）；

ρ ——在 θ_p 下水的密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

m_p ——排水的总质量，单位为千克（kg）；

θ_{A1} ——温控器首次断开时的平均储水温度，单位为摄氏度（°C）。

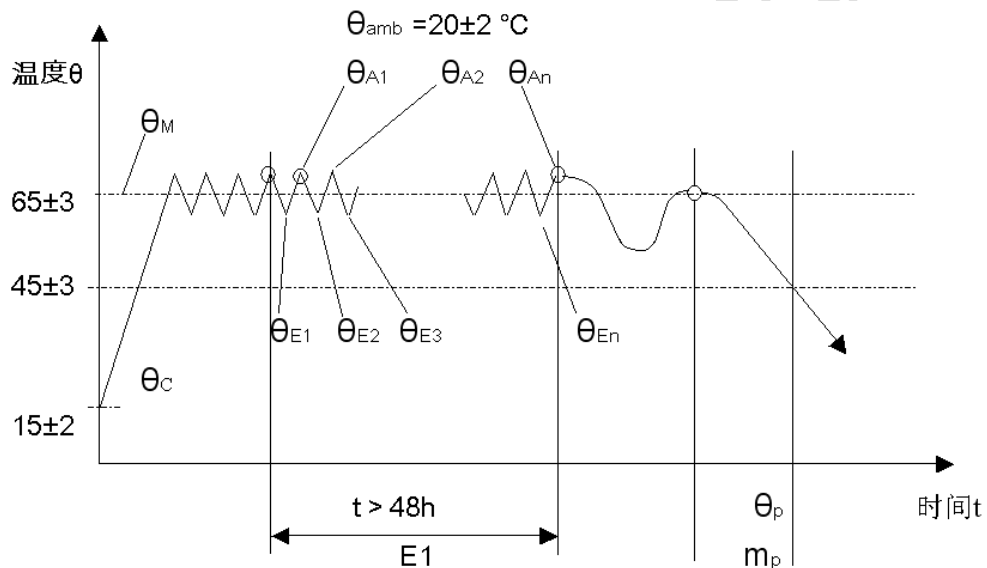


图 4 24h 固有能耗与热水输出率的测试方法示意图

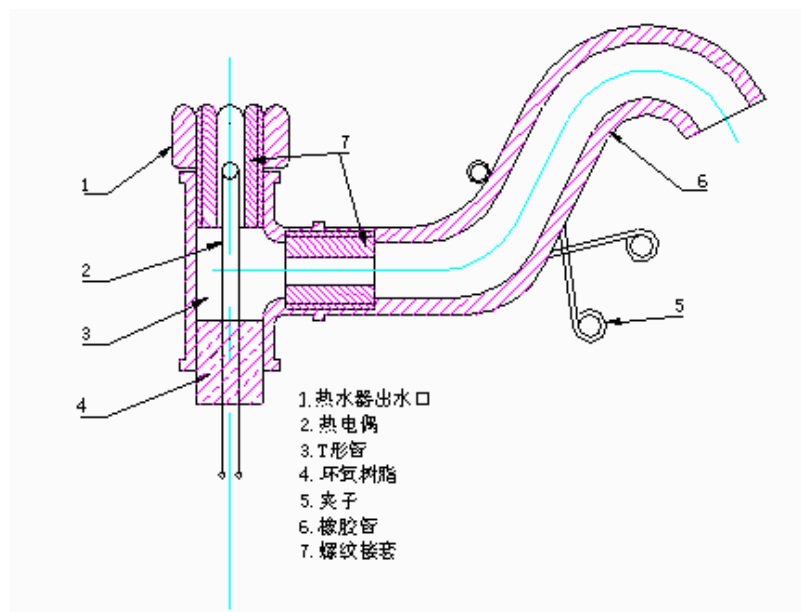


图 5 出水温度的测试方法

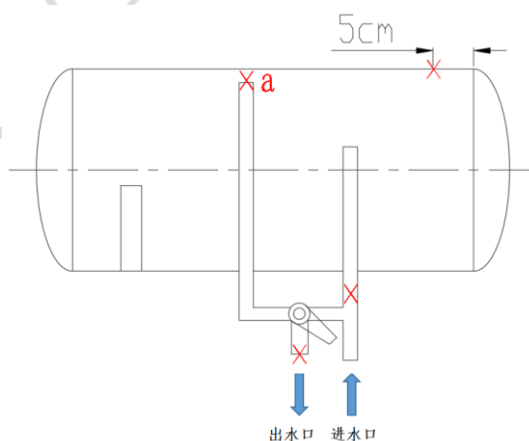
5.5 智能节能率

5.5.1 试验前处理

试验前，在热水器上预先打合适的洞，确保测试点在规定的位罝，并清理干净，使其不影响测温效果。每个待测热水器放置 3 个热电偶，内胆外表面顶部放置 1 个、进水口和出水口各放置 1 个（如图 6(a)、图 6(b)所示的具体位罝），将热电偶紧紧地贴在规定的位罝，布置完成后尽量用等效于原有隔热效果的材料进行填充，防止散热。

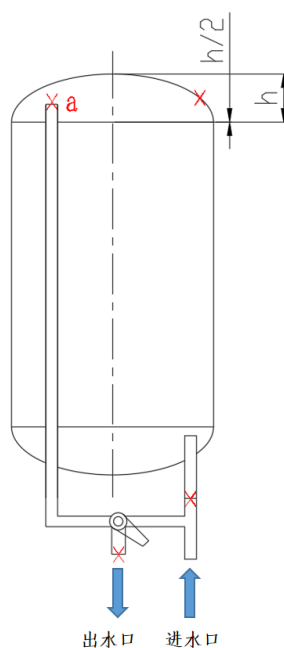
双内胆热水器的内胆外表面顶部的热电偶，参考上述方法选择布置测试点：(a) 卧式双内胆，选择在靠上位罝的内胆外表面顶部放置 1 个；(b) 立式双内胆，选择在靠近进水口的内胆外表面顶部放置 1 个。多内胆的布点方式依此类推。

对于导热不良内胆或者应用真空绝热板等保温隔热材料的热水器，内胆外表面顶部放置的热电偶，可更改为在内胆出水管最高点放置 1 个（如图 6(a)、图 6(b)中的 a 点）。



注：“×”——热电偶的放置位置。

图 6(a) 卧式安装的热热水器的热电偶放置位置示意图



注：“×”——热电偶的放置位置； h ——内胆两端凸底的高度。

图 6(b) 立式安装的热热水器的热电偶放置位置

出水温度的测量方法按图 5，在排水期间每间隔 5 s 记录一次。

5.5.2 试验步骤

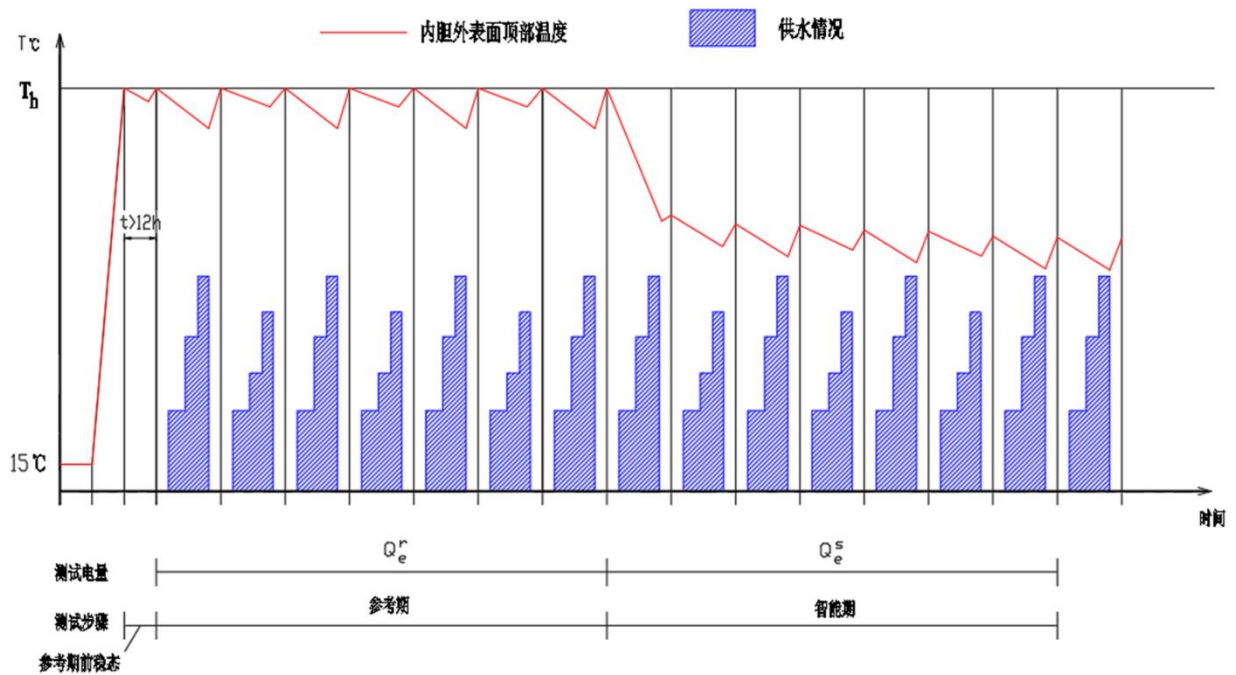
试验步骤分两个阶段：参考期和智能期。在第一阶段（参考期）智能节能模式不能影响热水器加热，热水器使用非智能节能模式控制加热；在第二阶段（智能期）启用智能节能模式控制加热，目的是减少电量消耗以达到最小消耗目标。

5.5.2.1 参考期前稳态

将被测热水器放置在 5.1.1 的试验环境下至少 2 h。

被测热水器按照正常方式注满温度为 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水，除非使用说明中另有规定，对于密闭式热水器，关闭出水阀，打开进水阀，在额定功率下通电工作。

被测热水器在温控器第一次断开后无排水工作至少 12 h，12 h 后温控器第一次断开时，内胆外表面顶部所测得的温度 T_h 应为 $75\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，如果不满足，则调节温控器，重复上述过程，直到满足 T_h 的要求。此阶段结束后进入参考期。



- 注 1：图中蓝色块表示参考排水模式；
- 注 2：图中锯齿线表示热水器内胆外表面顶部温度的变化趋势；
- 注 3：横轴表示时间，单位为天；
- 注 4：纵轴表示温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；
- 注 5： T_b 为热水器内胆外表面顶部温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

图 7 智能节能的测试程序

5.5.2.2 参考期

参照图 7 的测试程序进行，在此期间热水器的加热和保温控制采用非智能节能模式，允许热水器学习用户的用水习惯。

测试时按照表 3 的参考排水模式进行排水，第 1/3/5/7 天排水 130L，第 2/4/6 天排水 85L。

表 3 参考排水模式

时间	排水时刻	排水量 L
第 1 天	早上 8:00	25
	中午 12:00	25
	晚上 20:00	80
第 2 天	早上 8:00	20
	中午 12:00	15
	晚上 20:00	50
第 3 天	早上 8:00	25
	中午 12:00	25
	晚上 20:00	80
第 4 天	早上 8:00	20
	中午 12:00	15
	晚上 20:00	50
第 5 天	早上 8:00	25
	中午 12:00	25
	晚上 20:00	80
第 6 天	早上 8:00	20
	中午 12:00	15
	晚上 20:00	50
第 7 天	早上 8:00	25
	中午 12:00	25
	晚上 20:00	80

期间测试项目和允许公差见表 4。

表 4 测试项目和允许公差

测试项目	单位	标准值	允许公差
排水时间	s	--	±60
最大采样频率（排水期间）	s	5	±0.2%
最大采样频率（非排水期间）	s	60	±0.2%
进水水温	°C	15	±1
进水水压	MPa	0.28	±0.05
出水水温 ^a	°C	40	±1
排水流量	L/min	5.0	±0.5
排水量	L	--	±2

^a出水水温可采用机械恒温阀或电子恒温阀调节。

用电度表测量热水器参考期第 i 天的电能损耗量 $Q_e^r[i]$ ，计算参考期的总电能损耗量 Q_e^r 按式 (10)。

$$Q_e^r = \sum_{i=1}^{N^r} Q_e^r[i] \dots \dots \dots (10)$$

式中：

Q_e^r ——参考期的总电能损耗量，单位为千瓦时 (kW·h)；

$Q_e^r[i]$ ——参考期第 i 天的电能损耗量，单位为千瓦时 (kW·h)；

N^r ——参考期天数，单位为天。

注： Q_e^r 、 N^r 中的 r 代表参考期， e 代表电能。

计算参考期第 i 次排出热水的有效热能 $Q_h^r[i]$ ，计算参考期排出热水的总有效热能 Q_h^r ，分别按式 (11)、

式(12)。

$$Q_h^r[i] = cm_p^r[i](\theta_p^r[i] - \theta_c^r[i]) \dots \dots \dots (11)$$

$$Q_h^r = \sum_{i=1}^{n^r} Q_h^r[i] \dots \dots \dots (12)$$

式中：

Q_h^r ——参考期排出热水的总有效热能，单位为千瓦时（kW·h）；

$Q_h^r[i]$ ——参考期第*i*次排出热水的有效热能，单位为千瓦时（kW·h）；

n^r ——参考期排水次数，单位为次；

c ——水的比热容，取0.1167，单位为千瓦时每千克摄氏度（kW·h/kg·°C）；

$m_p^r[i]$ ——参考期第*i*次排出热水的质量，单位为千克（kg）；

$\theta_p^r[i]$ ——参考期第*i*次排出热水的平均温度，单位为摄氏度（°C）；

$\theta_c^r[i]$ ——参考期第*i*次排水时的进水平均温度，单位为摄氏度（°C）。

注： Q_h^r 中h代表热水， $m_p^r[i]$ 、 $\theta_p^r[i]$ 中p代表排水， $\theta_c^r[i]$ 中c代表进水。

参考期，热水器内胆外表面顶部温度 T_h 应为75 °C ± 3 °C。

5.5.2.3 智能期

在参考期结束后，启动“智能节能”功能，即刻进行7天的智能期测试，智能期的排水模式与参考期一致。在此期间热水器的加热和保温控制，采用“智能节能模式”。

期间测试项目和允许公差见表4。

用电度表测量热水器智能期第*i*天的电能损耗量 $Q_e^s[i]$ ，计算智能期总的电能损耗量 Q_e^s 按式(13)。

$$Q_e^s = \sum_{i=1}^{N^s} Q_e^s[i] \dots \dots \dots (13)$$

式中：

Q_e^s ——智能期总的电能损耗量，单位为千瓦时（kW·h）；

$Q_e^s[i]$ ——智能期第*i*天的电能损耗量，单位为千瓦时（kW·h）；

N^s ——智能期天数，单位为天。

注： Q_e^s 、 N^s 中s代表智能期，e代表电能。

统计每次排出热水的有效热能 $Q_h^s[i]$ ，计算智能期排出热水的总有效热能 Q_h^s 分别按式(14)、(15)。

$$Q_h^s[i] = cm_p^s[i](\theta_p^s[i] - \theta_c^s[i]) \dots \dots \dots (14)$$

$$Q_h^s = \sum_{i=1}^{n^s} Q_h^s[i] \dots \dots \dots (15)$$

式中：

Q_h^s ——智能期排出热水的总有效热能，单位为千瓦时（kW·h）；

$Q_h^s[i]$ ——智能期第*i*次排出热水的有效热能，单位为千瓦时（kW·h）；

n^s ——智能期排水次数，单位为次；

$m_p^s[i]$ ——智能期第*i*次排出热水的质量，单位为千克（kg）；

$\theta_p^s[i]$ ——智能期第*i*次排出热水的平均温度，单位为摄氏度（°C）；

$\theta_c^s[i]$ ——智能期第*i*次排水时的进水平均温度，单位为摄氏度（°C）。

注： Q_h^s 中h代表热水， $m_p^s[i]$ 、 $\theta_p^s[i]$ 中p代表排水， $\theta_c^s[i]$ 中c代表进水。

为避免排水误差，智能期排出热水的总有效热能 Q_h^s 和参考期排出热水的总有效热能 Q_h^r 的差值应小于2.0%。

5.5.3 智能节能率计算

智能节能率 φ 按式（16）、（17）、（18）、（19）计算。

$$\varphi = 1 - \frac{Q_e^{ss}}{Q_e^{rs}} * 100\% \dots \dots \dots (16)$$

$$Q_e^{ss} = Q_h^{ss} * \frac{Q_e^s}{Q_h^s} = cm_p^{ss}(\theta_p^{ss} - \theta_c^{ss}) * \frac{Q_e^s}{Q_h^s} \dots\dots\dots (17)$$

$$Q_e^{rs} = Q_h^{ss} * \frac{Q_e^r}{Q_h^r} = cm_p^{ss}(\theta_p^{ss} - \theta_c^{ss}) * \frac{Q_e^r}{Q_h^r} \dots\dots\dots (18)$$

$$m_p^{ss} = V_{40} * \rho_{40} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

φ ——智能节能率，以百分数表示；

Q_e^{ss} ——智能期内一个用户习惯周期排出热水量理论所需要的电能损耗量，单位为千瓦时（kW·h）；

Q_e^{rs} ——参考期内一个用户习惯周期排出热水量理论所需要的电能损耗量，单位为千瓦时（kW·h）；

Q_h^{ss} ——一个用户习惯周期理论排出热水的有效热能，单位为千瓦时（kW·h）；

m_p^{ss} ——一个用户习惯周期理论排出热水的质量，单位为千克（kg）；

V_{40} ——一个用户习惯周期理论排出热水的体积，单位为升（L）；

ρ_{40} ——理论排出热水的温度 40 ℃时水的密度，单位为千克每升（kg/L）；

θ_p^{ss} ——理论排出热水的温度，取 40 ℃，单位为摄氏度（℃）；

θ_c^{ss} ——理论进水温度，取 15 ℃，单位为摄氏度（℃）。

参考文献

- [1] T/CAS 306—2018 基于大数据平台的智能家电节能技术规范
 - [2] T/CAS 308—2018 家用储水式电热水器智能节能技术规范
 - [3] T/CAS 309—2018 智能储水式电热水器能效评价规范
 - [4] T/CAS 644—2022 具有用户习惯学习功能的储水式电热水器超低能耗节能技术规范
 - [5] T/CECA-G 0022—2019 家用和类似用途热水器能效测试计算方法
 - [6] EN 50440 Efficiency of domestic electrical storage water heaters and testing methods
 - [7] IEC 60379 Methods for measuring the performance of electric storage water heaters for household purposes
-