

中华人民共和国国家标准

GB 21519-20××
代替GB 21519-2008

储水式电热水器能效限定值及能效等级

Minimum allowable values of energy efficiency and energy efficiency grades for
electrical storage water heaters

(征求意见稿)
20260706

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

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。

本标准代替GB 21519-2008《储水式电热水器能效限定值及能效等级》。与GB 21519-2008相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- a) 更改“电热水器能效限定值”定义，增加了“有效内能”“有效水温”“有效水流量”“40℃混合水量”“热水器能源效率”“用户习惯学习功能”“智能节能模式”“参考学习期”“智能控制期”“智能节能率”术语和定义，删除了“电热水器节能评价值”定义（见第3章，2008年版第3章）；
- b) 增加了负荷等级及其 V_{40} 要求（见4.1）；
- c) 更改了能效等级和能效限定值要求（见第4.2和4.3，2008年版第4章）；
- d) 删除了节能评价值要求（见2008年版4.5）；
- e) 更改了试验方法（见第5章和附录A、附录B，2008年版第5章）；
- f) 增加了电热水器年能耗和年二氧化碳排放量计算方法（见第6章和附录C）；
- g) 删除了检验规则（见2008年版第6章）。

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。

本文件由国家标准化管理委员会提出并归口。

本文件历次版本发布情况：

- 2008年首次发布为GB 21519-2008；
- 本次为第一次修订。

储水式电热水器能效限定值及能效等级

1 范围

本文件规定了家用和类似用途的储水式电热水器（以下简称热水器）的负荷等级、能效等级、能效限定值和试验方法，以及年能耗和年二氧化碳排放量计算方法。

本文件适用于储水式电热水器。

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 20289 储水式电热水器

3 术语和定义

GB/T 20289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

Q_{tap}

在不低于有效水温 and 有效水流量时所产生的热水能量。

3.2

有效水温 useful water temperature

T_m

在放水模式下放水时，开始计算有效内能的最低水温。

3.3

有效水流量 useful water flow

f

在放水模式下放水时，开始计算有效内能的热水最小流量。

3.4

40℃混合水量 (V_{40}) mixed water at 40℃

V_{40}

在规定的测试条件下，热水器能提供的 40℃水量。

3.5

热水器能源效率 energy efficiency for domestic water heater

η

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能源之间的比值。

3.6

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放水参数（例如：温度、时间、放水量等），依据统计数据调整热水器运行参数的功能。

3.7

智能节能模式 intelligent energy saving mode

热水器依据用户习惯学习等功能，自动调整运行参数的模式。

3.8

参考学习期 reference learning period

在规定的试验条件下，热水器按照规定的放水模式工作，统计并记忆放水参数、以获得参考数据的时间段。

3.9

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。

3.10

智能节能率 intelligent energy saving rate

ϕ

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

3.11

热水器能效限定值 minimum allowable values of energy efficiency for domestic water heater

按照本文件规定的试验条件下运行时，热水器应达到的最低能源效率和最低智能节能率。

4 技术要求

4.1 负荷等级

热水器按照表1将负荷等级标称为S、M、XM、L、XL、XXL和3XL。

表 1 负荷等级

标称负荷等级	40℃混合水量 (V_{40}) L	水箱容积 (C_{act}) L
S	<15	<10
M	$15 \leq V_{40} < 45$	$10 \leq C_{act} < 30$
XM	$45 \leq V_{40} < 90$	$30 \leq C_{act} < 60$
L	$90 \leq V_{40} < 150$	$60 \leq C_{act} < 100$
XL	$150 \leq V_{40} < 300$	$100 \leq C_{act} < 200$
XXL	$300 \leq V_{40} < 450$	$200 \leq C_{act} < 300$
3XL	$450 \leq V_{40} < 750$	$300 \leq C_{act} < 500$

4.2 能效等级

热水器能效等级见表2，其中1级能效最高。各等级热水器能源效率应不小于表2热水器器能源效率和智能节能率的要求。

表2 热水器能效等级

能效等级	热水器能源效率 (η) %							智能节能率 (ϕ) %
	S	M	XM	L	XL	XXL	3XL	
1	78	85	86	87	88	89	90	23
2	75	83	84	85	86	87	88	15

3	72	80	82	83	84	85	86	0
---	----	----	----	----	----	----	----	---

4.3 能效限定值

热水器能效限定值应不小于表1中能效等级的3级。

5 试验方法

热水器能源效率测试和计算方法见附录A, 智能节能率测试和计算方法见附录B。

6 年能耗和年二氧化碳排放量计算方法

热水器使用期年能耗和年二氧化碳排放量计算方法见附录C。

附录 A
(规范性)
热水器能源效率测试和计算方法

A.1 试验条件

测试时应满足下列条件：

- 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。环境温度的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%，并在稳定条件下测定。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，在测试期间不放水时的水压应在 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。

A.2 试验用仪器和仪表和测试允许误差

A.2.1 试验用仪器和仪表

试验用仪器和仪表应符合如下要求：

- a) 电气测量用仪表，其准确度应不超过±0.5 %；
- b) 测量温度用仪表，其准确度在 0.5 K；
- 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 %；
- h) 测量压力用仪表，其准确度为 0.01MPa。

A.2.2 测试允许误差

测试期间各参数的允差应符合表 A.1 规定。

表 A.1 热水器测试允差

被测量		单位	标准值	允许偏差 (测试期平均数)	个别实测数值的 允许偏差	测量的不确定度 (精确度)
电	功率	W	--	--	—	± 2 %
	能量	kW·h	--	--	—	± 2 %
	电流	A	--	--	—	± 0.5 %
	频率	Hz	50	± 1 %		--
时间	时间	s	--	--	—	± 0.1 s
	最大采样频率(放水期间)	s	3	--	—	--

	最大采样频率（非放水期间）	s	60	--	—	--
水	进水水温 ^a	°C/K	15°C	±1K	±1K	±0.5K
	进水水压	MPa	0.28MPa	--	—	± 5 %
	出水水温 ^{a, b}	°C/K	负荷模型	--	—	±0.5K
	放水流量	L/min	负荷模型	--		± 1 %
	放水量	L	--	--	—	± 0.5 %
	热能	kW·h	负荷模型	± 2 % (整个过程)	± 2 % (或±10Wh)	± 2 % (或±10Wh)
环境空气	温度	°C/K	20 °C	±1K	——	±1K

^a使用“快速反应温度计”测量，即当传感器浸入静水中时，能在1s内记录从15°C到100°C，最终温度上升至至少90%的仪器。

^b将直径小于等于0.5mm的热电偶直接放在出水口水流中心位置。

A.3 热水器的安装和试验前处理

A.3.1 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。

壁挂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。

嵌入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（如安全阀等），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（等同非金属管材料）。

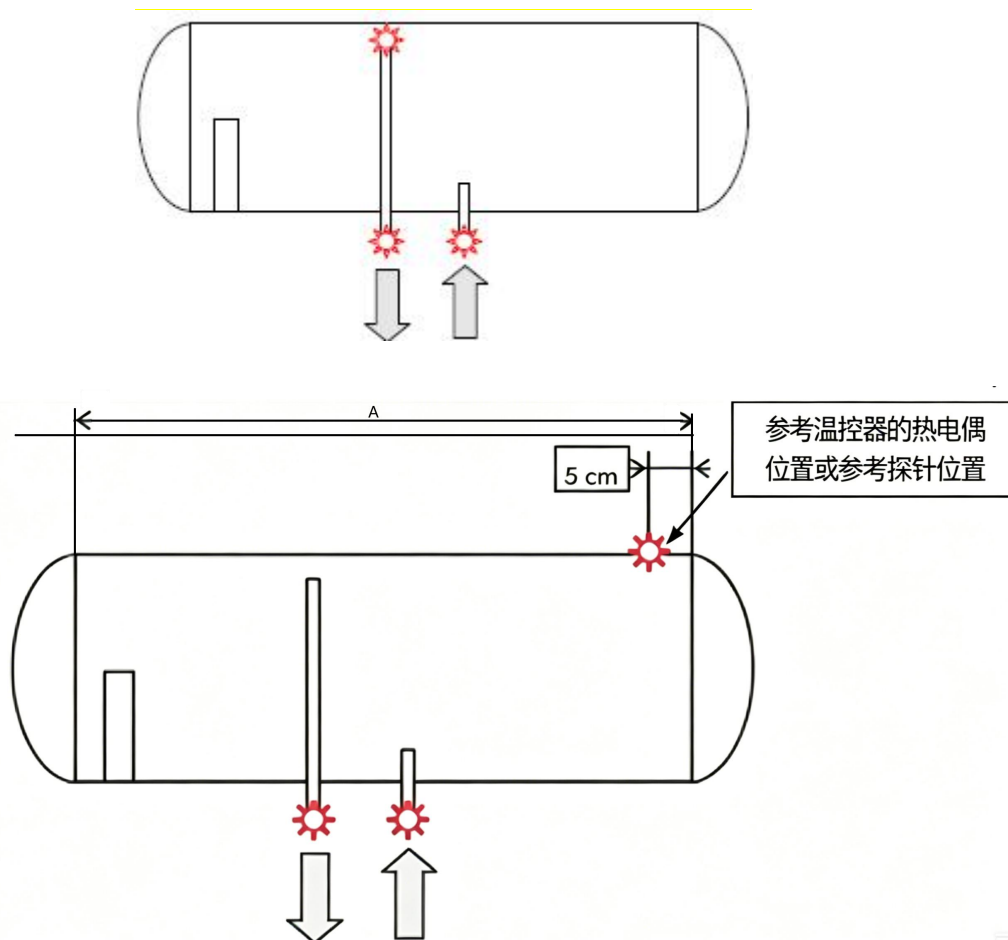
A.3.2 试验前处理

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置，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 A.1(a)、图 A.1(b)所示），将热电偶紧紧地贴在规定的位置，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。

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，选择在靠上位置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 A.1(a)、图 A.1(b)）。水路连接见示意图 A.2。

在被测热水器进水口、出水口处分别安装水温监测装置，见图 A.3。



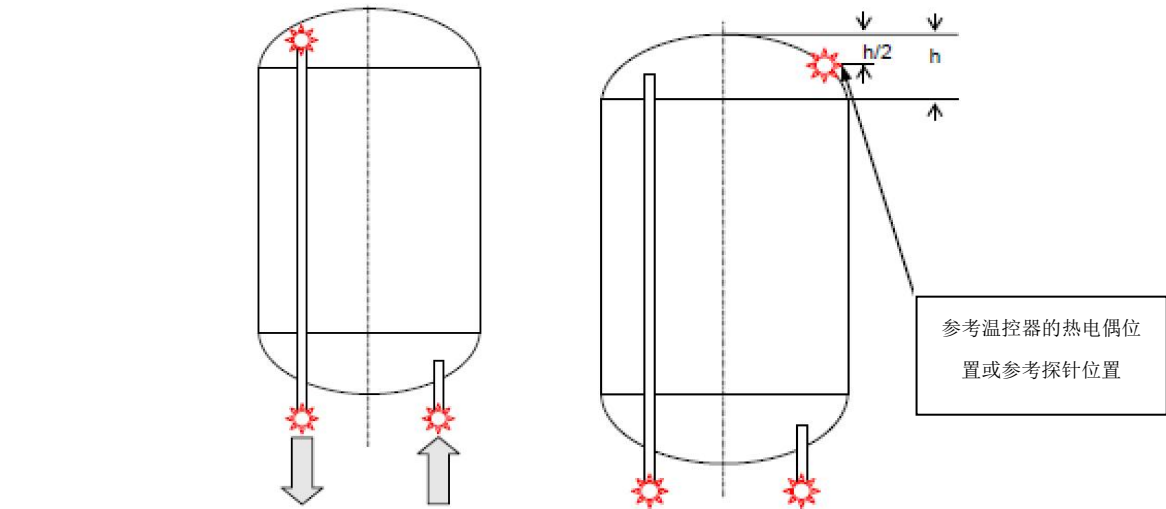
标引序号说明：

 —— 热电偶的放置位置。

注：对于卧式热水器，参考温度是指以下位置处的温度：

- a) 探针指向水箱上较高处的加热器；
- b) 与加热器方向相反；
- c) 距离圆柱形部件封头位置 5cm 处，如两封头之间的距离 A 小于 10CM, 则位于两封头中间的位置。

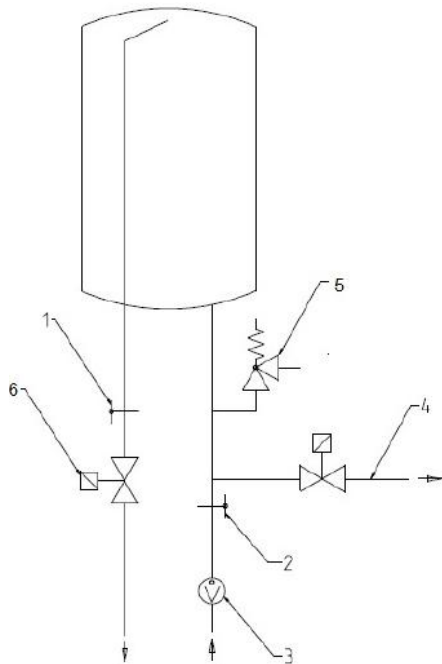
图 A. 1 (a) 卧式安装的热热水器的热电偶放置位置



标引序号说明:

- 热电偶的放置位置;
- h ——内胆两端封头的高度。

图 A. 1 (b) 立式安装的热热水器的热电偶放置位置

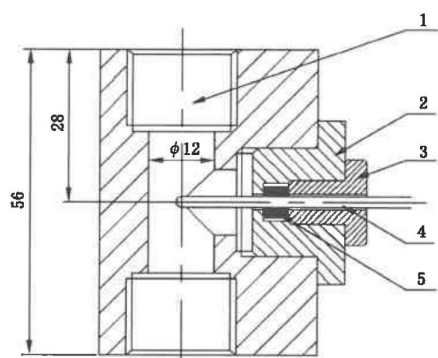


标引序号说明:

- 1——出口温度热电偶
- 2——冷水温度热电偶
- 3——流量计
- 4——旁通阀
- 5——安全阀
- 6——放水阀门

注: 热水器冷水入口和测量冷水的热电偶位置之间的距离应不多于 100mm。

图 A. 2 水路连接示意图 (无承压产品)



标引序号说明：

- 1——连接热水器出水口；
- 2——连接螺纹；
- 3——热电偶固定器；
- 4——热电偶；
- 5——密封垫。

图 A. 3 水温监测装置

A. 4 放水模式

不同标称负荷等级的热水器放水模式见表A. 2。

A. 5 试验周期

试验周期如图A. 4所示。试验周期分为6步，包括：

第0/1步：水箱容积测量和加水；第2步：加热；第3步：零负载稳态；第4步：放水模式；第5步：零负载再次稳态；第6步：最大可用热水（ V_{40} ）测量。

表 A.2 放水模式

	S				M				XM				L				XL				XXL				3XL				
	Q_{up}	f	T_{m}	T_{p}	Q_{up}	f	T_{m}	T_{p}	Q_{up}	f	T_{m}	T_{p}	Q_{up}	f	T_{m}	T_{p}	Q_{up}	f	T_{m}	T_{p}	Q_{up}	f	T_{m}	T_{p}	Q_{up}	f	T_{m}	T_{p}	
时刻	kWh	L/min	℃	℃	kWh	L/min	℃	℃	kWh	L/min	℃	℃	kWh	L/min	℃	℃	kWh	L/min	℃	℃	kWh	L/min	℃	℃	kWh	L/min	℃	℃	
07:00	0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		11.200	48	40		
07:05					1.400	6	40		1.400	6	40		1.400	6	40														
07:15																	1.820	6	40		1.820	6	40						
07:26																	0.105	3	25		0.105	3	25						
07:30	0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25														
07:45									0.105	3	25		0.105	3	25		4.420	10	15	40	6.240	16	15	40					
08:01					0.105	3	25										0.105	3	25		0.105	3	25		5.040	24	25		
08:05									1.400	6	40		3.605	10	15	40													
08:15					0.105	3	25										0.105	3	25		0.105	3	25						
08:25									0.105	3	25		0.105	3	25														
08:30	0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25						
08:45					0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25						
09:00					0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		1.680	24	25		
09:30	0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25						
10:00																	0.105	3	25		0.105	3	25						
10:30					0.105	3	15	40	0.105	3	15	40	0.105	3	15	40	0.105	3	15	40	0.105	3	10	40	0.840	24	15	40	
11:00																	0.105	3	25		0.105	3	25						
11:30	0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25						
11:45	0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		1.680	24	25		
12:00																													
12:30																													

12:45	0.315	4	15	55	0.315	4	15	55	0.315	4	15	55	0.315	4	15	55	0.735	4	15	55	0.735	4	15	55	2.520	32	15	55
14:30					0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25					
15:00																	0.105	3	25		0.105	3	25					
15:30					0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		2.520	24	25	
16:00																	0.105	3	25		0.105	3	25					
16:30					0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25					
17:00																	0.105	3	25		0.105	3	25					
18:00	0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25					
18:15	0.105	3	40		0.105	3	40		0.105	3	40		0.105	3	40		0.105	3	40		0.105	3	40					
18:30					0.105	3	40		0.105	3	40		0.105	3	40		0.105	3	40		0.105	3	40		3.360	24	25	
19:00					0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25		0.105	3	25					
19:30																												
20:00																												
20:30	0.420	4	15	55	0.735	4	15	55	0.735	4	15	55	0.735	4	15	55	0.735	4	15	55	0.735	4	15	55	5.880	32	15	55
20:45																												
20:46																	4.420	10	15	40	6.240	10	15	40				
21:00									3.605	10	15	40	3.605	10	15	40												
21:15					0.105	3	25										0.105	3	25		0.105	3	25					
21:30	0.525	5	45		1.400	6	40		0.105	3	25		0.105	3	25		4.420	10	15	40	6.240	16	15	40	12.040	48	40	
21:35																												
21:45																												
Q_{ref}	2.100				5.845				9.45				11.655				19.070				24.530				46.760			

注：Tp——在放水模式下放水时，出水峰值温度波动范围内所能达到的最低温度（此温度至少达到一次）。

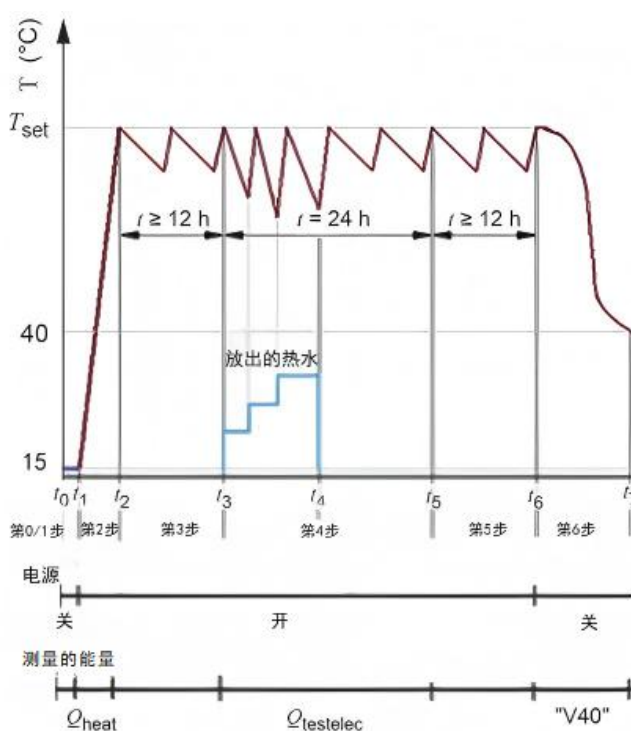


图 A.4 “通电热水器”试验周期示意图

A.6 试验步骤

A.6.1 稳态

测试前，使被测热水器处于试验条件下，直至其达到环境条件 $\pm 5\text{ K}$ 为止。

A.6.2 水箱容积测量和加水

第0/1步：给不加水的水热水器称重，包括入水口和出水口的管头质量。根据制造商说明向储水箱注满符合A.1规定进水温度的水，直至水压达到冷水水压，停止加水。给注满水的水热水器再次称重。将两个质量的差值（ m_{act} ）按照公式（A.1）换算成体积：

$$C_{\text{act}} = \frac{m_{\text{act}}}{0.9991} \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中：

C_{act} ——水箱容积实测值，单位为升（L）；

m_{act} ——热水器注满水和未注水时的质量差，单位为千克（kg）；

0.9991——常温下水的密度，单位为千克每升（kg/L）。

A.6.3 加热

第2步：开启热水器将储水箱中的水加热至产品的最高设定温度，加热终止。进入下一阶段。

注：产品正常使用状态，不包括抑菌、高温等特殊模式。

A.6.4 零负载稳态

第3步：使被测热水器在制造商规定的工作状态下无排水工作至少12h。12h后调温器第一次断开，此阶段结束，进入下一阶段。

A.6.5 放水模式试验

第4步：零负载稳态结束时开始测试，以此为表A.2中假设时刻7:00，此后的24h作为一个完整的测量周期。在测量周期内，根据制造商标称的负荷类型，热水器按照表A.2规定的相应负荷类型放水模式的参数进行放水。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，放水期间数据采集间隔不大于3s，不放水期间数据采集间隔不大于60s，每次放水的有效内能测量值应在表A.2规定的有效内能（ Q_{tap} ）的±2%范围内。24小时测试周期内的耗电量 Q_{testelec} （单位：kW·h）需完整采集24h（即时间区间 t_3 至 t_5 ）区间内的数据。

每次放出热水的有效内能和放出热水的总热量分别按公式（A.2）和公式（A.3）计算。

$$Q_{\text{H2O}i} = c_p \times \rho \times V_i \times \Delta T_i \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

式中：

$Q_{\text{H2O}i}$ ——特定放水模式下每次放水实测的有效内能，单位为千瓦时（kW·h）；

c_p ——水比热容，单位为千瓦时每千克摄氏度（kW·h/(kg·K)），取 $c_p=1.163 \times 10^{-3}$ kW·h/(kg·K)；

ρ ——密度，单位为千克每升（kg/L），取平均出水温度的密度；

V_i ——实测所放出的有效水体积，单位为升（L）；

ΔT_i ——实测的有效供水时段进出口温差平均值，单位为开尔文（K）。

$$Q_{\text{H2O}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{H2O}i} \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中：

Q_{H2O} ——特定放水模式下实测的放出热水总热量，单位为千瓦时（kW·h）。

i ——特定放水模式下的放水次数；

n ——特定放水模式下的放水总次数。

A.6.6 耗电量的计算

对于严格的24h放水时段之外的任何能量盈余或亏损，均需按照公式（A.4）对实测的耗电量（ Q_{testelec} ）进行修正，即需考虑放水周期前后可能存在的能量差值。此外，热水输送的有效能量中出现的任何盈余或亏损，都将在计算耗电量（ Q_{elec} ）的公式中予以修正。

$$Q_{\text{elec}} = \left(\frac{Q_{\text{ref}}}{Q_{\text{H2O}}} \right) \times \left\{ Q_{\text{testelec}} + \frac{1.163 \times \rho \times C_{\text{act}} \times (T_3(t_3) - T_5(t_5))}{1000} \right\} \dots\dots (\text{A.4})$$

式中：

Q_{elec} ——实测耗电量的修正值，单位为千瓦时（kW·h）；

Q_{ref} ——负荷模型定义的有效内能，按照表A.2取值，单位为千瓦时（kW·h）；

Q_{testelec} ——实测的耗电量，单位为千瓦时（kW·h）；

$T_3(t_3)$ ——在图A.2所示 t_3 测量得到的热水器顶部水温，单位为开尔文（°C）；

$T_5(t_5)$ ——在图A.2所示 t_5 测量得到的热水器顶部水温，单位为开尔文（°C）。

A.6.7 零负载再稳态

第5步：最后一次放水完成时测试结束，储水箱再次加热到放水模式试验开始时的状态，直到24h止。热水器维持自然保温待机状态，稳定至少12h不放水。对于带有受控循环储水装置的产品，此阶段在12小时后首次达到温控器切断状态时结束。

A.6.7.1 40°C出水混合水量（ V_{40} ）

第6步：40℃出水的水量，其热含量（焓值）与热水器出水口处40℃以上热水的热含量相等。在完成“零负载再稳态”（第5步）测量后，待温控器最后一次切断，立即关闭热水器。随后，通过进水口注入冷水，以恒定流速从出水口排出等量于额定容量的水量：敞开式出水口热水器的水流由进水阀控制，其他类型热水器的水流则通过安装在出水口或进水口的阀门保持恒定。流速需调整至“负荷模型”中显示的最大值，该负荷模型用于确定放水周期内的设备运行状态。

记录初始放出水的最高温度 T_{set} ，该温度为放置在水箱内上部的热电偶测量得的无放水时的水温。对于金属水箱，热电偶也可以放置在水箱的外表面，该温度为“零负载再稳态”步骤中调温器最后一次断开后测量所得水温。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 A.2 中所对应的最大有效水流量。放出水的标准平均温度按公式（A.5）计算：

$$\theta_p = (T_{\text{set}} - 15) \times \frac{(\theta'_p - \theta_c)}{(T_{\text{set}} - \theta_c)} + 15 \quad \dots\dots\dots (\text{A.5})$$

式中：

θ_p ——计算得出的放出水的标准平均温度，单位为摄氏度（℃）；

T_{set} ——测试期间实测放出水的最高温度，单位为摄氏度（℃）；

θ'_p ——测试期间出水口的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

θ_c ——测试期间进水口的平均温度，单位为摄氏度（℃）。

注：温度读数最好连续采集。或者，也可在排水过程中按均等间隔采集，例如每 5L 采集一次（最大间隔）。若温度出现骤降，可能需要额外采集读数，以准确计算平均值 θ'_p 。

出水口温度需始终 $\geq 40^\circ\text{C}$ ，并计入 θ'_p 的计算中。

V_{40_exp} （L）其大小相当于不低于 40℃ 的供水量。

40℃ 混合水量按公式（A.6）计算：

$$V_{40} = V_{40_exp} \times \frac{(\theta - 15)}{25} \quad \dots\dots\dots (\text{A.6})$$

式中：

V_{40} ——40℃ 混合水量，单位为升（L）；

V_{40_exp} ——该步骤所放出的水的体积，单位为升（L）。

A.6.7.2 最大热水输出量（ $V_{40\text{max}}$ ）

为了确定热水器可提供的最大 40℃ 水量（其所含热量/焓值与热水器出水口处温度高于 40℃ 的热水所含总热量相同），需将热水器设置为最高可设定温度（正常使用状态下），加热至温控器断开。测试过程中，电源保持接通，以便温控器可在测量期间重新启动加热。

持续放水，直至出水口测得的温度降至 40℃ 以下。

若出水温度始终未降至 40℃ 以下，则在放出水量达到热水器额定容量的 3 倍时停止放水。

$V_{40\text{max}}$ 将根据上述方式测得的数据进行计算。

温度应按照 A.6.7.1 中规定的方式进行测量，并确定所放出热水的平均温度 θ'_p 。

平均水温 $\theta_{p\text{max}}$ 应按公式(A.7)计算：

$$\theta_{p\text{max}} = (\theta_{up} - 15) \times \frac{\theta'_p - \theta_c}{\theta_{up} - \theta_c} + 15 \quad \dots\dots\dots (\text{A.7})$$

式中：

- θ_{pmax} ——平均水温 (°C);
 θ_{up} ——空载稳定阶段水箱上部的初始水温 (°C);
 θ_c ——测试期间的进水平均温度 (°C);
 θ'_p ——放水过程中直接测得的出水平均温度 (°C)。

最大热水输出量以 θ_{pmax} 下的放水量记录。

当温度设定为最高档、进水冷水温度为 15°C 时, 40°C 混合出水水量 V_{40max} 应按公式(A.8)计算:

$$V_{40max} = V \times \frac{\theta_{pmax} - 15}{25} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

V_{40max} ——热水器设定的最高温度且加热元件保持通电时可提供的 40°C 混合出水水量, 单位为升 (L);

θ_{pmax} ——最大 40°C 等效出水量, 单位为升 (L);

V ——40°C 混合出水水量, 单位为升 (L)。

A.7 热水器能源效率计算

热水器能源效率按公式 (A.9) 计算:

$$\eta = \frac{Q_{ref}}{Q_{elec}(1 - \varphi)} \times 100 \% \dots\dots\dots (A.9)$$

式中:

η ——热水器能源效率;

Q_{ref} ——负荷模型定义的有效内能, 按照表 A.2 取值, 单位为千瓦时 (kW·h);

Q_{elec} ——试验期间实测总的耗电量的修正值, 单位为千瓦时 (kW·h);

φ ——智能节能率, 按照附录 B 进行测试和计算。

附录 B
(规范性)
智能节能模式智能节能率测试方法

B.1 试验条件、仪器仪表及允差和试验前准备

试验条件、仪器仪表及允差和试验前准备见附录 A。

B.2 试验周期

智能节能模式节能率测试分为两个阶段：

- a) 参考学习期：智能控制不参与加热过程，热水器按最高设定温度运行；
- b) 智能控制期：热水器将会自动进入此阶段，此时会在满足最低性能目标的前提下降低耗电量，与参考学习期的测试结果对比计算智能节能模式节能率。

两个阶段均需按照选定的负荷模型进行测试。整个测试过程需要使用热水器自带的温控器完成。测试周期示意图见图 B.1。

B.3 试验步骤

B.3.1 参考学习期安装和稳态

参考学习期安装和稳态（图 B.1 步骤 0/1、步骤 2 和步骤 3）按照 A.3 和 A.6.1~A.6.4 进行。

B.3.2 参考学习期

参照图 B.1 步骤 4 和步骤 5 测试完成用户用水行为的学习，并测量智能控制功能开启状态下的能耗。

步骤 4 和步骤 5 的时长为 3 天、7 天（1 周）或 14 天（2 周），由制造商选定测试时长，产品按照选定的时长流程完成测试。

a) 时长为 3 天的测试。测试的第一天、第二天和第三天由实验室在制造商声明的负荷模型（WHL）及其紧邻的下一个负荷模型（WHL-1）随机选取。示例见表 B.1。

b) 时长为 1 周或 2 周的测试。测试前 5 天的用水工况，由实验室在制造商声明的负荷模型（WHL）及其紧邻的下一级负荷模型（WHL-1）之间随机选取。即需定义 5 组热水器负载工况（例如：3 组 WHL 工况+2 组 WHL-1 工况），实验室可随机排列使用（例如 WHL=M 时，排列可为 MMMSS、SSMMM、MSMSM 等）。若 WHL-1 为最低负载等级 XXS（此情况较少见），则 5 天测试均仅采用 WHL（如 XXS）工况。

测试第 6、7 天不进行任何用水操作，示例见表 B.2。

若采用 2 周测试流程，则第二周的测试安排与第一周应完全相同。

针对选定的负荷模型，放水模式试验按照 A.6.5 进行。放水过程中，数据采样率建议不超过 3s。所有数据应纳入测试报告。应测量每 24h 测试周期内的耗电量 $Q_{testelec}^{reference}[i]$ ，并按照公式 (B.1) 计算“参考学习期”的总能耗。

$$Q_{testelec}^{reference} = \sum_{i=1}^m Q_{testelec}^{reference}[i] \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$Q_{testelec}^{reference}$ ——参考学习期总能耗，单位为千瓦时（kW·h）；

$Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}}[i]$ ——参考学习期第*i*天的能耗，单位为千瓦时（kW·h），对于时长为3天的测试，取第2天和第3天的数据；

m——测试的天数，对于时长为3天的测试，*m*取2。

在参考学习期测试期间热水器顶部的水温需要满足公式（B.2），以确认热水器电子温控器工作可靠：

$$T_{\text{set}}^{\text{reference}} \leq T_{\text{set}} + 5 \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中：

$T_{\text{set}}^{\text{reference}}$ ——参考学习期测试期间热水器顶部的水温，单位为度（℃）；

T_{set} ——测试期间实测放水的最高温度，单位为度（℃）。

放出的热水的有效内能按公式（B.3）计算：

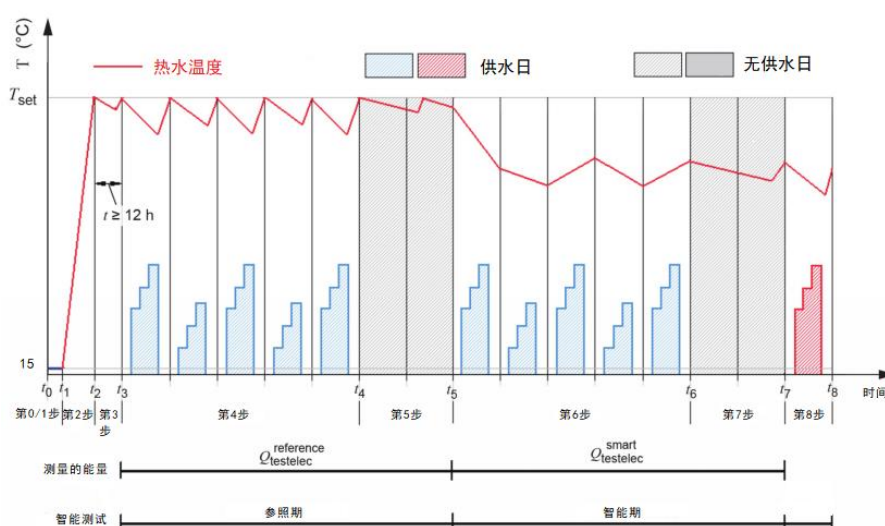
$$Q_{\text{H2O}}^{\text{reference}} = \sum_{i=1}^m Q_{\text{H2O}}^{\text{reference}}[i] \dots\dots\dots (\text{B.3})$$

式中：

$Q_{\text{H2O}}^{\text{reference}}$ ——参考学习期实测放出热水总的有效内能，单位为千瓦时（kW·h）；

$Q_{\text{H2O}}^{\text{reference}}[i]$ ——参考学习期每天实测放出热水的有效内能，单位为千瓦时（kW·h），对于时长为3天的测试，取第2天和第3天的数据；

m——测试的天数，对于时长为3天的测试，*m*取2。



注1：图中蓝色块表示参考放水模式；

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（℃）；

注5： T_h 为热水器内胆外表面顶部温度，单位为摄氏度（℃）。

图 B.1 智能节能的测试周期示意

表 B.1 3 天放水模式示例

参考学习期	智能控制期
第1天: WHL	WHL-1
第2天: WHL-1	WHL
第3天: WHL	——
注1: 参考学习期第1天数据不参与计算。	
注2: 没有图B.1的第5步。	

表 B.2 1 周和 1 周放水模式示例

参考学习期	智能控制期
第1天: WHL	以相同顺序重复
第2天: WHL-1	
第3天: WHL	
第4天: WHL-1	
第5天: WHL	
第6天: 不放水	
第7天: 不放水	

B.3.3 智能控制期

参考图 B.1 步骤 6 和步骤 7, 在参考学习期结束后, 立即进入“智能控制期”测试。测试采用与“参考学习期”完全相同的工况序列, 同时开启智能控制功能。测量每天的耗电量, 记录并按照公式 (B.4) 和公式 (B.5) 计算智能控制期总的能耗。

$$Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}} = \sum_{i=1}^m Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}} [i] \dots\dots\dots (\text{B.4})$$

式中:

$Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}}$ ——智能控制期总能耗, 单位为千瓦时 (kW·h);

$Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}} [i]$ ——智能控制期第*i*天的能耗, 单位为千瓦时 (kW·h);

m ——测试的天数。

$$Q_{H2O}^{\text{smart}} = \sum_{i=1}^m Q_{H2O}^{\text{smart}} [i] \dots\dots\dots (\text{B.5})$$

式中:

Q_{H2O}^{smart} ——智能控制期实测放出热水总的有效内能, 单位为千瓦时 (kW·h);

$Q_{H2O}^{\text{smart}} [i]$ ——智能控制期每天实测放出热水的有效内能, 单位为千瓦时 (kW·h);

m ——测试的天数。

B.4 负荷控制周期

参考图B.1步骤8，在“智能控制期”测试结束后，需再进行24h的负荷控制周期测试。在本步骤中，产品按照“参考学习期”第1天的热水器负荷工况进行测试，不需要测量耗电量。

B.5 智能节能率计算

智能节能率（ ϕ ）应对严格24h用水周期（以及整个测试周期）之外的能量盈余或缺进行修正，即应对放水周期前后可能存在的能量差异进行修正，测得的热有效内能（ Q_{H20} ）的差值，必须小于2%。此外，热水输出有效内能的任何盈余或缺，均需纳入公式（B.6）中进行计算：

$$\phi = (1 - \frac{Q_{testelec}^{smart}}{Q_{testelec}^{reference}}) \times 100\% \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

ϕ ——智能节能率。

附录 C

(规范性)

热水器年能耗及年二氧化碳排放量计算方法

C.1 年能耗

热水器年能耗为该产品使用阶段的能耗，以年为时间单位，按公式 (C.1) 计算：

$$AEC = 0.6 \times 365 \times Q_{elec} \times (1 - \varphi) \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

AEC ——热水器使用阶段的年耗电量，单位为千瓦时/年 ($\text{kW} \cdot \text{h/a}$)；

0.6×365 ——热水机器一年的使用负荷。

C.2 年二氧化碳排放量

热水机器年二氧化碳排放量为该产品使用阶段的二氧化碳排放量，以年为时间单位，按公式 (C.2) 计算：

$$E_{CO_2} = AEC \times EF \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

E_{CO_2} ——热水机器使用阶段的年二氧化碳排放量，单位为千克二氧化碳 (kgCO_2/a)；

EF ——全国电网年平均碳足迹因子，单位为千克二氧化碳每千瓦时 (kgCO_2/kWh)。

参 考 文 献

- [1] T/CECA-G 0022—2019 家用和类似用途热水器能效测试计算方法
 - [2] T/CHEAA 0039 -2024 储水式电热水器能效评价规范
 - [3] EN 50440: 2015 Efficiency of domestic electrical storage water heaters and testing methods
 - [4] IEC 60379: 2023 Methods for measuring the performance of electric storage water heaters for household purposes
-