



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

热水制备系统绩效评价与计算方法

第1部分 户用及类似用途热水制备系统

energy system performance evaluation and calculating method

for water heater system

Part 1 household and similar water heater system

(征求意见稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 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

前 言

GB/T xxx《热水制备系统绩效评价与计算方法》拟分为以下三个部分：

- 第1部分：户用及类似用途热水制备系统；
- 第2部分：低环境温度供暖和热水制备系统；
- 第3部分：多能互补供暖和热水制备系统；

本部分为GB/T xxx的第1部分。

本部分按GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本部分由全国能量系统标准化技术委员会（TC459）提出并归口。

本标准负责起草单位：中国标准化研究院、珠海格力电器股份有限公司、北京工业大学、海尔集团、清华大学、北京燃气集团、青岛海尔热水器有限公司、合肥通用机械研究院、上海日立电器有限公司、麦克维尔空调制冷（武汉）有限公司、北京中冷通质量认证中心有限公司、美的家用电器有限公司、浙江中广电器有限公司、浙江正理生能科技有限公司、广东纽恩泰新能源科技发展有限公司

本标准主要起草人：成建宏、刘华、李红旗、王滨后、陈进、李俊明、李小双、郑晓峰、张明圣、乐红胜、梁伟鹏、郭勇、郑崇开、刘猛、唐壁奎、凌拥军、黄元君、赵密升

热水制备系统绩效评价与计算方法

第 1 部分 户用及类似用途热水制备系统

1 范围

本标准规定了采用热水制备设备提供热水的热水制备系统的绩效评价指标、计算与测试方法等。

本标准适用于采用热泵热水器、燃气热水器（燃气快速热水器、容积式燃气热水器）、电热水器（储水式电热水器、快热式电热水器）作为热源设备，以提供热水为目的的户用和类似用途的热水制备系统（以下简称“系统”）。

其他热源设备或用途的热水制备系统可参照使用。

本标准不适用于太阳能热水器以及利用太阳能和其它热源设备组成的复合式热水器。

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 6932-2001 家用燃气快速热水器
- GB 17167-2015 能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 18111-2000 燃气容积式热水器
- GB 20289-2006 储水式电热水器
- GB 20665-2006 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 21519—2008 储水式电热水器能效限定值及能效等级
- GB/T 23137-2008 家用和类似用途热泵热水器
- GB 29541-2013 热泵热水机(器)能效限定值及能效等级
- GB/T33757.1-2017 分布式冷热电能源系统的节能率 第1部分:化石能源驱动系统
- QB/T 1239-1991 快热式电热水器
- CJ/T 336-2010 冷凝式家用燃气快速热水器

3 术语和定义

GB20665、GB21519、GB 29541、GB/T33757.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热水制备系统 energy system

由热水制备设备和热媒管网组成的热水制备能量系统。

3.2

热泵热水器热水制备系统全年制热性能系数 AHPF annual heat performance factor

用户侧全年所得到的热水能量与热泵热水制备系统所消耗的电量之比。

3.3

一次能源利用率 primary energy ratio

各种热水器热水得到的热量与所消耗的能源的比值，消耗的能源按一次能源计。

4 全年制热能源利用率

一个年度期间，全年所需的热水热量与转化为一次能源的输入热水制备系统的终端能源总和的比值，按式（1）计算。

$$\eta_s = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j \times n_j)}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{W_j + W_{loss}}{a \times \eta} \times n_j + \frac{P_e \times h_j \times n_j \times 3600}{35\%} \right)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η_a —热水器产生的热量与所消耗的一次能源热量的比值，单位：千焦/千焦（kJ/kJ）。

W_j —表B1中日平均气温为 t_j 时每日所需的总热水热能，按第7章的规定，单位为：千焦/天（kJ/d）；

W_{loss} —水箱漏热损失，储水式热水器在每次加热结束后的保温阶段，因水箱漏热现象的存在而导致的热量损失，快热式（直热）热水器水箱漏热损失为零，单位：千焦（Kj），见附录D。

n_j —表B1中日平均气温编号j的发生天数，见附录B，单位：天；

P_e —燃气热水器使用时辅助设备的电功率，单位为：千瓦（kW）；

h_j —热水器的加热运行时间，单位为：小时（h）；

$$h_j = \frac{(T_{j,i,1} - T_{j,c}) \times 4.187}{Q_j \times 3.6} \quad \dots\dots\dots (2)$$

a —常数，燃气热水器为1，电热水器、热泵热水器为35%（一次能源发电率）；

η —热泵热水器等于全年制热性能系数(AHPF)按附录C；热水器的加热效率，储水式电热水器按GB 20289-2006；快热式电热水器QB/T 1239-1991；家用燃气快速热水器按GB 6932-2001，冷凝式家用燃气快速热水器按CJ/T 336-2010；燃气容积式热水器按GB 18111-2000；

35%—一次能源发电率；

Q_j —热泵热水器气温编号j的热水器制热量按附录C；储水式电热水器按GB 20289-2006；快热式电热水器QB/T 1239-1991；家用燃气快速热水器按GB 6932-2001，冷凝式家用燃气快速热水器按CJ/T 336-2010；燃气容积式热水器按GB 18111-2000；

5 系统制热转化系数和水箱漏热损失测试方法

- 5.1 每日所需的总热水热能根据用户实际情况测试确定，或参照附录 A；
- 5.2 热泵热水机（器）按 GB 29541-2013、GB/T 23137-2008 的测试步骤和本标准的工况要求确定测试方案，见附录 C；
- 5.3 燃气热水器按 GB 20665-2006、GB 18111-2000 规定的维持热负荷试验步骤和本标准的工况要求确定测试方案，水箱漏热损失见附录 D；
- 5.4 电热水器按 GB 21519—2008、GB/T 20289-2006 、QB/T 1239-1991 规定的 24h 固有能耗测试步骤和本标准的工况要求确定测试方案；水箱漏热损失见附录 D。

附 录 A
(资料性附录)
家庭热水使用量

A.1 家庭热水使用量参照表 A1 确定。

表A1 典型环境温度下三口家庭热水使用量及热量

	日平均 温度 $t_j(^{\circ}\text{C})$	进水 温 度 $^{\circ}\text{C}$	洗澡用水		洗脸用水		洗脚用水		厨房盥洗		洗衣	
			水量 L	用水温 度 $^{\circ}\text{C}$	水量 L	用水温 度 $^{\circ}\text{C}$	水量 L	用水温 度 $^{\circ}\text{C}$	水量 L	用水温 度 $^{\circ}\text{C}$	水量 L	用水温 度 $^{\circ}\text{C}$
夏季	27	19	105	35								
过渡 季节	20	15	105	37								
冬季	7	9	70	40	11.6	30	3.2	42	25	25	35	20

$$W_j = \sum G_k \times (T_k - T_{j,c}) \times 4.187 \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中：

W_j —时间表中日平均气温为 t_j 时每日所需的总热水热能，单位为：千焦（kJ）；

G_k —各种用途的热水质量，kg；按照用户实际使用情况确定。

若没有实际使用情况统计数据，三口之家的热水用量可参考见表A.1（水的密度按1kg/L计算）；三口以下家庭按三口；其他的家庭用水按：

洗澡用水：夏季和过渡季节 $35 \times n$ ；冬季 $35 \times (n-1)$

洗脸用水：冬季 $2.9 \times (n+1)$ ；洗脚用水：冬季3.2L

厨房盥洗：冬季 $25 \times n/3$ ；洗衣：冬季 $35 \times n/3$

n ——家庭人口数量

T_k —各种用途的热水使用温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$T_{j,c}$ —日平均气温为 t_j 时的冷水温度， $^{\circ}\text{C}$ ，按下面方法进行取值。

a) 当 $t_j \leq 7^{\circ}\text{C}$ 时， $T_{j,c} = 9^{\circ}\text{C}$ ；

b) 当 $7^{\circ}\text{C} < t_j \leq 20^{\circ}\text{C}$ 时，

$$T_{j,c} = 9 + \frac{15 - 9}{20 - 7} \times (t_j - 7) \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

式中：

9、15—分别为环境温度 7°C 、 20°C 时的冷水温度，单位为：摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

c) 当 $20^{\circ}\text{C} < t_j \leq 27^{\circ}\text{C}$ 时，

$$T_{j,c} = 15 + \frac{19 - 15}{27 - 20} \times (t_j - 20) \quad \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中：

15、19—分别为环境温度20℃、27℃时的冷水温度，单位为：摄氏度（℃）；

d) 当 $27^{\circ}\text{C} < t_j \leq 43^{\circ}\text{C}$ 时，

$$T_{j,c} = 19 + \frac{29 - 19}{43 - 27} \times (t_j - 27) \quad \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

式中：

19、29—分别为环境温度27℃、43℃时的冷水温度，单位为：摄氏度（℃）；

e) 当 $t_j > 43^{\circ}\text{C}$ 时， $T_{j,c} = 29$ 。

附 录 B
(规范性附录)

全国主要城市全年各温度（日平均）发生时间

B.1 主要城市日平均温度发生时间见表B1。

表 B1 主要城市日平均温度发生时间表

		日平均温度为 t _j 的各地区发生天数											
温度区 间 j	日平均温 度 t _j (℃)	北京	济南	石家庄	天津	太原	西安	郑州	南京	上海	南昌	武汉	长沙
1	35											2	
2	34											4	
3	33								1		4	2	3
4	32		3				1		3	2	3	5	2
5	31	3	4	1			1	2	8	2	11	14	6
6	30	1	7	2	3		6	10	12	7	20	11	8
7	29	5	13	9	4		12	12	12	13	12	16	17
8	28	11	10	16	8		13	8	12	18	13	16	8
9	27	16	12	13	17	3	13	14	14	11	13	16	17
10	26	20	24	17	19	9	9	19	4	14	8	16	15
11	25	16	16	18	20	9	16	13	14	9	12	15	22
12	24	10	17	21	15	15	16	16	19	19	19	10	14
13	23	11	18	11	9	11	11	11	12	19	23	11	11
14	22	8	12	9	8	20	11	14	17	21	8	10	13
15	21	5	11	12	19	19	13	9	13	12	10	10	12
16	20	13	6	11	13	16	10	11	15	20	12	12	13
17	19	20	5	7	11	13	13	11	5	12	17	14	14
18	18	8	6	10	8	10	10	8	8	4	11	15	7
19	17	9	9	9	7	17	10	16	7	6	14	10	9
20	16	12	13	13	11	14	10	8	12	12	13	13	11
21	15	7	12	11	8	12	12	12	14	14	9	6	8
22	14	9	8	7	11	7	12	9	10	15	4	1	11
23	13	10	7	9	9	7	3	12	7	8	8	6	9
24	12	10	5	7	7	4	12	3	8	10	5	6	15
25	11	4	13	4	8	7	11	8	14	9	9	11	13
26	10	8	7	8	11	6	14	8	12	15	16	11	12
27	9	10	9	6	12	5	6	6	9	14	13	14	15
28	8	8	8	12	4	7	7	8	4	14	10	14	19
29	7	15	10	11	2	7	11	11	10	7	21	17	12
30	6	7	10	4	6	14	5	14	12	13	18	13	14

表 B1 (续)

		日平均温度为 t_j 的各地区发生天数											
温度区 间 j	日平均温 度 $t_j(^{\circ}\text{C})$	北京	济南	石家庄	天津	太原	西安	郑州	南京	上海	南昌	武汉	长沙
31	5	6	10	6	4	9	8	13	17	13	9	16	13
32	4	6	10	9	7	12	8	14	14	10	12	11	7
33	3	5	13	7	13	10	10	14	19	11	4	10	6
34	2	10	8	7	7	14	15	19	12	3	0	4	3
35	1	15	11	12	6	15	12	10	3	2	1	5	4
36	0	5	10	20	13	8	16	10	6	2	1	1	2
37	-1	13	9	14	16	13	11	6	2	2	2	3	
38	-2	10	6	11	19	12	8	3	3	2			
39	-3	13	3	11	9	7	9	3	1				
40	-4	9	5	1	6	11							
41	-5	3	1	4	4	3							
42	-6	5	1	1	2	5							
43	-7	3	2	3	1	7							
44	-8	3	0	1	7	2							
45	-9	2	1		1	2							
46	-10	1				3							
加权日平均外温		12.6	14.9	13.6	12.9	10.8	14.1	14.7	15.8	16.7	17.8	17.8	17

附 录 C
(规范性附录)
热泵热水器全年制热能效测试

C.1 测试工况

全年制热能效测试测试工况按表 C.1

表 C.1 全年制热能效测试测试工况

空气侧		使用测（或水侧）		
干球温度/℃	湿球温度/℃	进水(初始)温度/℃	终止水温度/℃	测试要求
27	19	19	55	测试, $Q_{27,55}$ 、 $COP_{27,55}$
			41	计算, $Q_{27,41}$ 、 $COP_{27,41}$
20	15	15	55	测试, $Q_{20,55}$ 、 $COP_{20,55}$
			41	计算, $Q_{20,41}$ 、 $COP_{20,41}$
7	6	9	55	测试, $Q_{7,55}$ 、 $COP_{7,55}$
			41	计算, $Q_{7,41}$ 、 $COP_{7,41}$
-7	-8	9	55 ^a	测试, $Q_{-7,55}$ 、 $COP_{-7,55}$
			41	计算, $Q_{-7,41}$ 、 $COP_{-7,41}$
注：在各环境温度下进行热泵制热量测试时，加热的终止温度均为 55℃，表中要求计算的 COP 为从测试的原始数据中提取其他出水温度的制热量、消耗功率，并计算，如 $COP_{20,41}$ ，指在环境温度 20℃ 下进行制热试验时，记录水温到 41℃ 时制热量与消耗功率，并计算 $COP_{20,41}$ 。				
a 或按照制造厂商的最低热泵工作温度进行试验				

C.2 热泵制热量

按表C.1测试热泵制热量，表B1中日平均气温编号j对应的温度 t_j 低于热泵运行下限温度 t_{ol} 时，水温终止温度i（41，55）的制热量 Q_j 按式（C.2）计算

$$Q_j = \frac{W_j}{24 \times 3600} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

- Q_j —时间表中日平均气温为 t_j 时的热泵制热量，且取表B.1中的最低温度，单位为：千焦(kW)；
- 24—温度在 t_{ol} 以下时热泵停止运行，用户热水需使用辅助电加热补充，热水器加热最长时间按24小时，单位：小时（h）

C.3 热泵制热消耗功率

按表C.1测试热泵制热量的同时，记录制热消耗功率，但是当实际制热终止水温度 T_h' 低于表C.1规定的出水（终止）温度 T_h 时，则输入功率 P 按式公式（C.3）、（C.4）计算：

直热式：

$$P_{j,i} = P_{in} + C \times \rho \times q_v \times (T_h - T_h') / 1000 \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

循环式或静态加热式：

$$P_{j,i} = E_{in} / h + C \times G \times (T_h - T_h') / (3600 \times h \times 1000) \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

$P_{j,i}$ —环境温度j，出水（终止）水温i的的热水器输入功率，单位：kW；

P_{in} —实测机组输入功率，单位：kW；

C —平均温度下水的比热容，单位：J/kg·℃；

ρ —平均温度下水的密度，单位：kg/L；

q_v —试验时水的体积流量，单位：L/s；

T_h —表C.1规定的出水（终止）水温，单位：℃；

T_h' —实际机组运行的出水（终止）水温，单位：℃；

E_{in} —制热期间实测机组耗功，单位：kW·h。

G' —制热试验的水量，单位：kg；

h —热泵制热的运行时间，单位：h。

C.4 AHPF和COP的计算

$$AHPF = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j \times n_j)}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{W_j + W_{loss}}{COP_j} \times n_j \right)} \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

表B1中日平均气温编号j，水温终止温度i（41，55）的性能系数 $COP_{j,i}$ 按下面方法取值。

a) 当 $t_j \leq t_{ol}$ 时， $COP_j = 1$

b) 当 $t_{ol} \leq t_j \leq 7^\circ\text{C}$ 时，

$$COP_j = COP_{-7,55} + \frac{COP_{7,55} - COP_{-7,55}}{7 - (-7)} \times (t_j - (-7)) \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

c) 当 $7^\circ\text{C} < t_j \leq 20^\circ\text{C}$ 时，

$$COP_j = COP_{7,55} + \frac{COP_{20,41} - COP_{7,55}}{20 - 7} \times (t_j - 7) \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

d) 当 $20^{\circ}\text{C} < t_j$,

$$COP_j = COP_{20,41} + \frac{COP_{27,41} - COP_{20,41}}{27 - 20} \times (t_j - 20) \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

式中:

t_{ol} —制造厂商规定的最低热泵工作环境温度, 单位: 摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

附 录 D
(规范性附录)
水箱漏热损失

D.1 试验条件

- 1) 热泵热水器按照 GB/T 23137-2008 规定的试验方法进行水箱保温试验。
- 2) 容积式燃气热水器按 GB 18111-2000 规定的维持热负荷试验方法。
- 3) 储水式电热水器按 GB/T 20289-2006 规定的 24h 固有能耗测试方法。

D.2 不同水温和环境温度下的水箱热损失

- 1) 热泵热水器按国标 GB/T 23137 进行保温试验后, 55℃热水保温期间每小时热损失量为:

$$W_{\text{loss}} = \frac{V_T \cdot 1 \cdot (55 - T_{20,55,2}) \cdot 4.187}{24} \quad (\text{kJ/h}) \quad \dots\dots\dots (\text{D.1})$$

式中:

V_T — 试验水箱容量, 单位: L;

$T_{20,55,2}$ — 55℃热水在20℃环境温度下24h保温试验后水箱平均温度, 单位: ℃;

4.187 — 平均温度下水的比热容, 单位: J/kg · ℃。

- 2) 容积式燃气热水器按国标 GB 18111 进行保温试验后, 每小时热耗能量为:

$$M = \frac{Q \times V_q}{T} \times \frac{45}{t_m} \quad (\text{MJ/h}) \quad \dots\dots\dots (\text{D.2})$$

式中:

M — 维持热负荷, 单位: MJ/h;

Q — 试验燃气低热值, 单位: MJ/m³;

V_q — 校正后的燃气总耗量, 单位: m³;

T — 试验时间, 单位: h;

t_m — 热水与环境的平均温差, 单位: K。

- 3) 储水式电热水器按国标 GB/T 20289 进行 24h 固有能耗测试:

$$Q_{pr} = E \times \frac{45}{t_m} \quad (\text{kWh}) \quad \dots\dots\dots (\text{D.3})$$

式中:

Q_{pr} — 24h固有损耗, 单位: kWh;

E — 24h能量损耗, 单位: kWh;

t_m — 热水与环境的平均温差, 单位: K。

- 4) 热泵热水器不同环境温度、热水温度进行 24h 保温试验的水箱平均温度:

$$T_{j,i,2} = T_{j,i,1} - \frac{(T_{j,i,1} - T_j) \cdot (55 - T_{20,55,2})}{55 - 20} \quad \dots\dots\dots (\text{D.4})$$

式中:

$T_{j,i,1}$ —在环境温度序号j下，保温试验前的平均热水温度为i（35，41，55……），单位：℃；

$T_{j,i,2}$ —在环境温度j下，用平均热水温度为i（35，41，55……）进行24h保温试验后的水箱平均温度，单位：℃；

$T_{20,55,2}$ —55℃热水在20℃环境温度下24h保温试验后水箱平均温度，单位：℃；

T_j —进行保温试验的环境温度，单位：℃。

5) 不同环境温度、热水温度的水箱保温热损失：

热泵热水器： $W_{loss} = \frac{V_T \cdot 1 \cdot (T_{j,i,1} - T_{j,i,2}) \cdot 4.187}{24} \times (24 - h_j)$

容积式燃气热水器： $W_{loss} = \frac{M}{45} \times (T_{j,i,1} - T_j) \times (24 - h_j) \times 1000$ (kJ) (D.5)

储水式电热水器： $W_{loss} = \frac{Q_{pr}}{45} \times (T_{j,i,1} - T_j) \times (24 - h_j) \times 3600 / 24$
