

热泵热水机（器）能源效率计量 检测规则

1 范围

本规范规定了依靠电动机驱动，采用蒸汽压缩制冷循环，以空气为热源，提供热水为目的的热泵热水机（器）的能源效率计量要求、计量检测程序、计量检测方法、计量检测结果评定准则和检测报告等内容。

本规范适用于热泵热水机（器）能源效率计量监督检测，委托检测可参考本规范进行。生产和销售热泵热水机（器）的单位亦可参照本规范进行检测。

本规范不适用于水源式热泵热水机（器）。

接受检测的热泵热水机（器）应是生产者自检合格的产品，或者是销售者进口、销售的商品。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF1261.1—2017 用能产品能源效率计量检测规则

GB/T2829—2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB/T21362—2008 商业或工业用及类似用途的热泵热水机

GB/T23137—2008 家用和类似用途热泵热水器

GB29541—2013 热泵热水机（器）能效限定值及能效等级

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

下列术语和计量单位适用于本规范。

3.1 一次加热式热泵热水机（器） instantaneouse heatpump waterheater

初始冷水流过热泵热水机（器）内部的热交换器一次就达到用户设定温度的热泵热水机（器）。

3.2 循环加热式热泵热水机（器） circulating heatpump waterheater

初始冷水多次流过热泵热水机（器）内的换热器逐渐达到设定温度的热泵热水机（器）。

3.3 静态加热式热泵热水机（器） static heatpump waterheater

通过换热器与水直接或间接接触，被加热水侧以自然对流形式使水温逐渐达到设定温度的热泵热水机（器）。

3.4 制热量 heating capacity

在规定试验工况和条件下，热泵热水机（器）单位时间提供给被加热水的热量，计量单位为 W。

3.5 制热消耗功率 heating powerinput

在规定试验工况和条件下，热泵热水机（器）运行时所输入的总功率，计量单位为 W。

3.6 性能系数 coefficientofperformance

在规定试验工况和条件下运行时，热泵热水机（器）的制热量和制热消耗功率之比，计量单位为 W/W。

3.7 能效限定值 minimum allowablevaluesofenergy efficiency

在规定试验工况和条件下运行时，热泵热水机（器）性能系数的最小允许值。

3.8 能效等级 energyefficiencygrades

表示热泵热水机（器）产品能源效率高低差别的一种分级方法，依据其性能系数的大小确定，一般分为若干个等级，1级表示能源效率最高。

4 概述

热泵热水机（器）是实行能源效率标识管理的产品，是一种以电动机驱动，采用蒸汽压缩制冷循环，以空气为热源，提供热水为目的的热水机（器）。

5 计量要求

5.1 能源效率标识标注

热泵热水机（器）的明显位置应正确使用能效标识。静态加热式热泵热水机（器）标识应当加施在水箱正面明显部位，其他类型热泵热水机（器）可加施在主机机组正面明显部位。能源效率标识标注的信息包括生产者名称（或简称）、规格型号、能效等级、性能系数（W/W）、制热量（W）、制热消耗功率（W）、依据的能源效率强制性国家标准编号、能效信息码和能效“领跑者”信息等内容。

能源效率标识的样式应符合热泵热水机（器）能源效率标识标注的要求，计量单位的标注应符合国家法定计量单位的要求。

注：能效“领跑者”信息仅针对列入国家能效“领跑者”目录的产品。

5.2 能效指标（能源消耗量）

5.2.1 制热量

热泵热水机（器）使用的能源效率标识的制热量应符合 GB29541—2013的要求，制热量标注值和实测值应在其能效等级对应的制热量范围内，且其实测值应不小于标注值的 95%。

5.2.2 制热消耗功率

热泵热水机（器）使用的能源效率标识的制热消耗功率应符合 GB29541—2013的要求，其实测值应不大于标注值的 110%。

5.2.3 性能系数

热泵热水机（器）使用的能源效率标识的性能系数标注值应符合 GB29541—2013 对能效限定值的要求，且应在其能效等级对应的性能系数取值范围内。热泵热水机（器）能效限定值为表 1 中能效等级 5 级的规定值。

热泵热水机（器）性能系数实测值应不小于能效限定值，且不小于标注值的 95%。

表 1 热泵热水机（器）能效等级指标

性能系数/(W/W)

额定制热量/kW	型式	加热方式		能效等级				
				1	2	3	4	5
H < 10	普通型	一次加热式、循环加热式		4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
		静态加热式		4.20	4.00	3.80	3.60	3.40
	低温型	一次加热式、循环加热式		3.80	3.60	3.40	3.20	3.00
H ≥ 10	普通型	一次加热式		4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
		循环加热式	不提供水泵	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
			提供水泵	4.50	4.30	4.00	3.80	3.60
	低温型	一次加热式		3.90	3.70	3.50	3.30	3.10
		循环加热式	不提供水泵	3.90	3.70	3.50	3.30	3.10
			提供水泵	3.80	3.60	3.40	3.20	3.00

额定制热量大于等于 10kW 的静态加热式热泵热水机（器），参照 10kW 以下的静态加热式产品能效等级指标执行。

5.3 能效等级

热泵热水机（器）使用的能源效率标识标注的能效等级应符合 GB29541—2013 对能效等级的要求。热泵热水机（器）的能效等级指标见表 1。

根据性能系数实测值确定的能效等级应不低于标注的能效等级。

6 检测条件

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

- a) 环境温度：(5~35) °C；
- b) 相对湿度：30%~80%；
- c) 大气压强：(86~106) kPa。

6.1.2 工况条件

试验工况条件见表 2。

表 2 试验工况条件

°C

类型	使用侧(热水侧)		热源侧(空气侧)	
	进水温度	出水温度	干球温度	湿球温度
普通型	15	55	20	15
低温型	9	55	7	6

注：

- 1 热泵热水机(器)按其使用气候环境分为普通型和低温型两类。家用和类似用途热泵热水机(器)按普通型试验工况,商用或工业用及类似用途热泵热水机(器)根据其使用气候环境选择相对应的试验工况。
- 2 使用侧(热水侧)温度最大允许误差为 $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 3 热源侧(空气侧)干球温度最大允许误差为 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿球温度最大允许误差为 $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.3 电源条件

电压单相: (220 ± 2.2) V; 电压三相: (380 ± 3.8) V; 频率: (50 ± 0.5) Hz。

6.2 检测设备

6.2.1 功率测量

- a) 测量范围: $(0 \sim 10)$ kW;
- b) 最大允许误差: $\pm (0.1\% \text{的读数} + 0.1\% \text{的量程})$ 。

6.2.2 电能量测量

- a) 测量范围: $(0 \sim 100)$ kW·h;
- b) 最大允许误差: $\pm 0.5\%$ 。

6.2.3 温度测量

- a) 测量范围: $(0 \sim 100)$ °C;
- b) 最大允许误差: ± 0.1 °C。

6.2.4 质量测量

- a) 测量范围: $(0 \sim 1000)$ kg;
- b) 最大允许误差: $\pm 0.1\%$ 。

6.2.5 时间测量

- a) 测量范围: $(0 \sim 100)$ h;
- b) 最大允许误差: $\pm 0.1\%$ 。

6.2.6 流量测量

- a) 测量范围: $(0 \sim 30)$ m³/h;
- b) 最大允许误差: $\pm 0.5\%$ 。

6.2.7 大气压测量

- a) 测量范围: $(80 \sim 110)$ kPa;
- b) 最大允许误差: $\pm 0.2\%$ 。

6.2.8 差压测量

- a) 测量范围: $(0 \sim 10)$ kPa;
- b) 最大允许误差: $\pm 0.2\%$ 。

6.2.9 风速测量

a) 测量范围: (0~100) m/s;

b) 最大允许误差: $\pm 5\%$ 。

6.2.10 检测设备/仪表应具有有效的检定、校准证书。

6.3 测量不确定度

6.3.1 制热量计量检测结果相对扩展不确定度应优于 1.2% ($k=2$)。

6.3.2 制热消耗功率计量检测结果相对扩展不确定度应优于 1.0% ($k=2$)。

6.3.3 性能系数计量检测结果相对扩展不确定度应优于 1.6% ($k=2$)。

7 检测项目和方法

7.1 抽样原则和方法

热泵热水机（器）的计量检测样本应在生产者自检合格的产品或者是销售领域的商品中随机抽取。

对检测批计量检测的，按照 GB/T2829—2002 中一次抽样方案抽取样本。在生产企业成品仓库内或生产线末端抽样时，批量原则上应不少于 10 台。随机抽样的样本量 3 台，其中 2 台用于检测，另外 1 台用作备样。

对样本计量检测的，在生产企业成品仓库内或生产线末端抽样时，批量可少于 10 台。随机抽样的样本量为 2 台，其中 1 台用于检测，另外 1 台用作备样。在销售领域抽样时，批量应不少于 2 台，抽样的样本量为 2 台，其中 1 台用于检测，另外 1 台用作备样。

抽样时应填写热泵热水机（器）能源效率标识计量检测抽样单（抽样单格式见附录 B）。

7.2 样本检测

7.2.1 标识标注的检查

根据 5.1 的要求对热泵热水机（器）使用的能源效率标识进行检查。

7.2.2 能效指标（能源消耗量）的检测

7.2.2.1 测量准备

a) 被测热泵热水机（器）应包装完整，配件齐全，无明显的机械损伤、变形或破损。

b) 被测热泵热水机（器）应按照制造厂的安装规定，使用所提供或推荐使用的附件、工具进行安装。

c) 除按规定的方式进行检测所需要的装置和仪器的连接外，不对热泵热水机（器）进行更改和调整。

d) 被测热泵热水机（器）应按制造商的规定抽真空和充注制冷剂。

e) 被测热泵热水机（器）的空气侧应具有足够的空间，确保主机周边的气流稳定。检测时，被测机周围的空气速度不应超过 2.5 m/s，以免影响被测机性能。

f) 在检测时，被测热泵热水机（器）应断开辅助热源。

g) 循环加热式热泵热水机（器）检测时，要对热泵热水机（器）与水箱之间的连接管道进行保温。

h) 对于静态加热式和循环加热式热泵热水机（器），如果产品提供水箱，应选用所配水箱进行试验。否则，应选用满足制造商最大允许容量的标准水箱，且标准水箱应保温。

i) 被测热泵热水机（器）应按铭牌上的额定电压和额定频率进行试验。

7.2.2.2 制热量的测量

a) 静态加热式热泵热水机（器）

在试验开始前对热泵热水机（器）空水箱进行称重，记录空水箱质量 M_1 ，将水箱

内注满 $(15 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ 的水，再次对注满水的水箱进行称重，同时记录初始温度 t_1 和注满水水箱质量 M_2 。注满水水箱质量 M_2 与空水箱质量 M_1 之差即为被加热水质量 M 。在规定的条件环境和测量工况下，将水加热至不低于 55°C 或厂家给出的终止温度值，停止加热，记录加热时间 H 、耗电量 E 。启动循环水泵，在下述循环试验条件下循环 3min，当水泵进水口水温波动小于 0.5°C 时，记录最高温度为终止温度 t_2 ，要求 t_2 达到 $(55 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ ，按 7.2.2.3 计算制热量。如终止温度 t_2 不能满足 $(55 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ 时，需要重新进行试验，试验初始条件与首次试验保持一致。

循环试验条件：

- 1) 循环时环境风速不大于 0.5m/s 。
- 2) 循环水泵每分钟的额定流量不小于水箱有效容量的一半，循环水泵进水口位于水箱底部。
- 3) 热水配管长为 $(1.5 \sim 2)\text{m}$ 的耐热性合成树脂管或橡胶管，且不做保温。

b) 一次加热式热泵热水机（器）

1) 家用和类似用途一次加热式

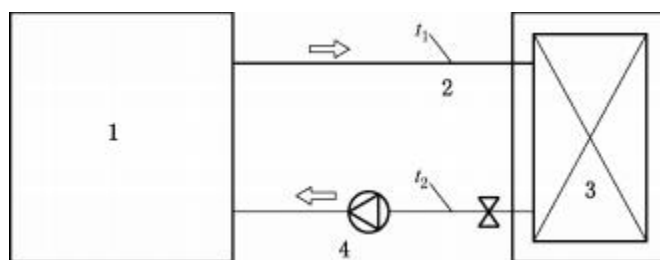


图 1 一次加热式热泵热水机（器）试验装置

1—试验水箱；2—温度计；3—被测热泵热水机（器）；4—流量计

家用和类似用途一次加热式热泵热水机（器）的试验装置如图 1 所示。

在规定的条件环境和测量工况下，要求热泵热水机（器）进水温度为 $(15 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ ，在热水机（器）出水口加装温度计及水流量控制装置，当出水温度满足条件 $(55 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ ，且被测热水机（器）处于稳定状态运行 30min 后进行测量，记录热泵热水机（器）的进水温度 t_1 、出水温度 t_2 、水流量 G 、制热消耗功率 P ，每 5min 记录一次测量数据，连续记录 7 次，按 7.2.2.3 计算制热量。

2) 商业或工业用及类似用途一次加热式

商业或工业用及类似用途一次加热式热泵热水机（器）的试验装置如图 1 所示。

在规定的条件环境和测量工况下，要求热泵热水机（器）进水温度为 $(15 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ [低温型： $(9 \pm 0.3)^\circ\text{C}$]，在热水机（器）出水口加装温度计及水流量控制装置，当出水温度满足条件 $(55 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ ，且被测热水机（器）处于稳定状态运行 30min 后进行

测量，记录热泵热水机（器）的进水温度 t_1 、出水温度 t_2 、水流量 G 、制热消耗功率 P ，每 10min 记录一次测量数据，连续记录 4 次，按 7.2.2.3 计算制热量。

c) 循环加热式热泵热水机（器）

1) 家用和类似用途循环加热式

家用和类似用途循环加热式热泵热水机（器）的试验装置参照图 1 所示。向热泵热

水机（器）的水箱注满 $(15 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ 的水，注入水量的测量采用流量计测量，记录被加热水体积 V 和初始温度 t_1 。在规定的条件环境和测量工况下，将水加热至 $(55 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ ，记录终止温度 t_2 、加热时间 H 、耗电量 E ，按 7.2.2.3 计算制热量。

2) 商业或工业用及类似用途循环加热式

商业或工业用及类似用途循环加热式热泵热水机（器）按提供水泵和不提供水泵分为两种形式。

对于不提供水泵的热泵热水机（器），选配水泵，使循环水流量保持一定值。循环水流量的值由在机组名义（额定）制热量条件下，假设循环水在热泵热水机（器）换热端温升 5°C 计算得到。

$$q_v = \frac{Q_n \times \tau}{c \times \rho \times \Delta t} \quad (1)$$

式中：

q_v ——循环水流量， m^3/h ；

Q_n ——热泵热水机（器）额定制热量， W ；

c ——水的比热容，取 $c = 4.186 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ；

ρ ——水在测量温度下的密度（查阅 1990 年国际温标纯水密度表）， kg/m^3 ；

Δt ——换热端温升，取 $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ ；

τ ——单位换算常数， $3600\text{s}/\text{h}$ 。

对于提供水泵的热泵热水机（器），提供的水泵按正常使用情况运行，调节试验装置，使热泵热水机（器）的进出口压差保持在设计值。

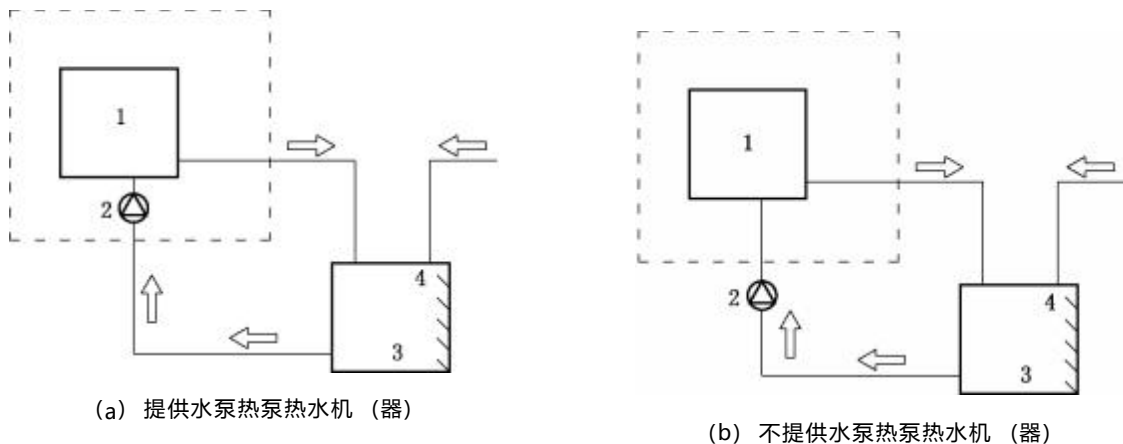


图 2 商业或工业用及类似用途循环加热式热泵热水机（器）试验装置

1—被测热泵热水机（器）；2—水泵；3—标准水箱；4—温度计

商业或工业用及类似用途循环加热式热泵热水机（器）的试验装置如图 2 所示。分别在标准水箱液面高度的 1/4 和 3/4 附近处同一水平方向均匀布置 4 个温度测点，要求各测点温度与平均温度之差的绝对值不大于 0.3 °C。

向标准水箱注入热泵热水机（器）1h 加热的额定产水量，注入水量的测量采用流量计测量，记录注入水体积 V 和初始温度 t_1 （取 8 个温度测点的平均温度）。在规定的的环境条件和测量工况下，将水加热至 (55 ± 0.3) °C，记录终止温度 t_2 、加热时间 H 、耗电量 E ，并按 7.2.2.3 计算制热量。

7.2.2.3 制热量的计算

a) 商业或工业用及类似用途循环加热式

商业或工业用及类似用途循环加热式热泵热水机（器）的制热量按公式（2）进行计算：

$$Q = c \times V \times \rho \times (t_2 - t_1) / (\tau \times H) + Q_x + Q_l \quad (2)$$

式中：

Q ——制热量，W；

c ——平均温度下水的比热容，取 $c = 4.186 \sim 4.23 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$ ；

ρ ——水在测量温度下的密度（查阅 1990 年国际温标纯水密度表），kg/L。

V ——注入水体积，L；

t_1 ——初始温度，°C；

t_2 ——终止温度，°C；

τ ——单位换算常数，3600s/h；

H ——加热时间，h；

Q_x ——标准水箱和管道的蓄热，W；

Q_l ——标准水箱和管道的漏热，W。

其中， Q_x 按公式（3）计算：

$$Q_x = \sum_{i=0}^n c_i G_i \times (t_2 - t_1) / (\tau \times H) \quad (3)$$

式中：

Q_x ——水箱和管道的蓄热，W；

c_i ——平均温度下水箱和管道各部件的比热容 J/(kg·°C)；

G_i ——水箱和管道各部分的质量，kg；

τ ——单位换算常数，3600s/h；

H ——加热时间，h；

i ——水箱和管道各部件的序号。

另外，由于标准水箱和连接管道要求保温，故漏热 Q_l 忽略不计。

b) 其他类型热泵热水机（器）

除商业或工业用及类似用途循环加热式热泵热水机（器）外，其他类型热泵热水机（器）的制热量按公式（4）进行计算：

$$Q = c \times F \times \rho \times (t_2 - t_1) / \tau \quad (4)$$

式中：

Q ——制热量，W；

c ——水的比热容，取 $c = 4.186 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ；

F ——制热水能力，L/h；

ρ ——水在测量温度下的密度（查阅1990年国际温标纯水密度表），kg/L；

t_1 ——初始（或进水）温度， $^\circ\text{C}$ ；

t_2 ——终止（或出水）温度， $^\circ\text{C}$ ；

τ ——单位换算常数，3600s/h。

其中，一次加热式热泵热水机（器）制热水能力按公式（5）进行计算：

$$F = G \quad (5)$$

式中：

F——制热水能力，L/h；

G——水流量，L/h。

家用和类似用途循环加热式和静态加热式热泵热水机（器）的制热水能力按公式（6）进行计算：

$$V = M/\rho = (M_2 - M_1)/\rho \quad (7)$$

式中：

F——制热水能力，L/h；

V——被加热水体积，L；

H——加热时间，h；

M——被加热水质量，kg；

M_1 ——空水箱质量，kg；

M_2 ——注满水水箱质量，kg；

ρ ——水在测量温度下的密度（查阅1990年国际温标纯水密度表），kg/L。

7.2.3 制热消耗功率的测量

在热泵热水机（器）制热量测量的同时，测量制热消耗功率 P 或耗电量 E。对于循环加热式和静态加热式的热泵热水机（器），制热消耗功率为耗电量 E 与加热时间 H 的比值。

$$P = E/H \quad (8)$$

式中：

P——制热消耗功率，W；

E——耗电量，W·h；

H——加热时间，h。

注：制热消耗功率应为辅助加热不工作时测得，对需要水泵才能正常运行的热泵热水机（器），应将水泵实际消耗功率加入。

7.2.4 性能系数的计算

性能系数按公式 (9) 计算得到：

$$\text{COP} = Q/P \quad (9)$$

式中：

COP——性能系数，W/W；

Q——制热量，W；

P——制热消耗功率，W。

7.2.5 能效等级的确定

根据 7.2.4 给出的性能系数实测值，按 5.3 的要求确定热泵热水机（器）能效

等级。

注：应用性能系数实测值确定能效等级时，应考虑计量检测结果的测量不确定度。

7.3 原始记录

计量检测的原始记录应包含热泵热水机（器）能源效率计量检测所要求的必要信息，记录中列出的项目应准确填写。测量结果、数据和计算应在检测时予以记录。记录应包括检测人员和结果核验人员的签名。原始记录格式见附录 C。

7.4 数据处理

按本规范规定的样本检测要求测量热泵热水机（器）的制热量、制热消耗功率和性能系数，并按以下要求进行数据修约。

- a) 制热量保留到个位，W；
- b) 制热消耗功率保留到个位，W；
- c) 性能系数保留两位小数，W/W。

8 检测结果

8.1 能效指标（能源消耗量）计量检测结果合格判据

8.1.1 合格判据原则

制热量和性能系数计量检测结果的合格判定考虑测量不确定度的影响，其合格判定采用宽限判据原则，制热消耗功率计量检测结果的合格判定不考虑测量不确定度的影响。

8.1.2 合格判据

8.1.2.1 制热量计量检测结果按以下要求进行合格判定，实测值位于下述区间的判定为合格：

- a) $Q_m \geq Q \times 95\%$ ；且
- b) $Q \geq 10\text{kW}$ ： $Q_m \geq 10\text{kW} - U(Q)$ ；
 $Q < 10\text{kW}$ ： $Q_m \leq 10\text{kW} + U(Q)$ 。

式中：

Q_m ——制热量实测值，W；

Q ——制热量标注值，W；

$U(Q)$ ——制热量测量不确定度，W。

8.1.2.2 制热消耗功率计量检测结果的合格判定不考虑测量不确定度的影响，实测值位于下述区间的判定为合格：

$$P_m \leq P \times 110\%。$$

式中：

P_m ——制热消耗功率实测值，W；

P ——制热消耗功率标注值，W。

8.1.2.3 性能系数计量检测结果的合格判定考虑测量不确定度的影响，实测值位于下述区间的判定为合格：

a) $COP_m \geq COP_{min} - U(COP)$ ；且

b) $COP_m \geq COP \times 95\%$ 。

式中：

COP_m ——性能系数实测值，W/W；

COP_{min} ——性能系数限定值，W/W；

COP ——性能系数标注值，W/W；

$U(COP)$ ——性能系数测量不确定度，W/W。

8.2 检测结果判定准则

8.2.1 能源效率标识标注判定准则

能源效率标识标注出现下列情况之一的，判定为能源效率标识标注不合格：

- a) 未在热泵热水机（器）的显著位置正确使用能源效率标识的；
- b) 未按规定标识样式和内容进行标注的；
- c) 未按规定要求正确使用国家法定计量单位的。

8.2.2 能效指标（能源消耗量）评定准则

8.2.2.1 制热量判定准则

制热量出现下列情况之一的，判定为制热量不合格：

- a) 制热量标注值不符合 5.2.1规定的；
- b) 制热量实测值不符合 8.1.2.1规定的。

8.2.2.2 制热消耗功率判定准则

制热消耗功率实测值不符合 8.1.2.2规定的，判定为热泵制热消耗功率不合格。

8.2.2.3 性能系数判定准则

性能系数出现下列情况之一的，判定为性能系数不合格；

- a) 性能系数标注值不符合 5.2.3对能效限定值要求的；
- b) 性能系数实测值不符合 8.1.2.3规定的。

8.2.3 能效等级判定准则

能效等级出现下列情况之一的，判定为能效等级不合格；

- a) 标注的能效等级不符合 5.3对能效等级要求的；
- b) 根据性能系数实测值确定的能效等级低于标注的能效等级的。

8.2.4 检测批判定准则

根据 GB/T 2829—2002，取不
 样方案，确定合格判定数 $A_c=0$ ，合格质量水平 $R = 1.0$ ，判别水平 I，选择一次抽
 的，判定为检测批不合格。不合格判定数 Re 2个检测样本中有1个不合格

QL=4

8.2.5 备用样本检测

当样本检测不合格时，允许对备样进行检测，检测结论按备样检测结果做出。

8.3 检测报告

应准确、客观和规范地报告检测结果，出具检测报告。检测报告应包括足够的信息，报告中的结论应按 8.2 检测结果判定准则的规定出具。检测报告应有检测人员、报告审核人员和报告批准人员签名（检测报告格式见附录 D）。

检测报告中的总体结论应根据检测结果并按下列情况给出：

a) 能源效率标识标注、制热量、制热消耗功率和性能系数以及能效等级均为合格的，总体结论判定为合格；

b) 能源效率标识标注、制热量、制热消耗功率和性能系数以及能效等级有不合格的，总体结论判为不合格，但应分别标出合格项和不合格项。

检测报告应至少包括以下信息：

- a) 标题；
- b) 检测机构名称和地址；
- c) 报告的唯一性标识，每页及总页的标识；
- d) 受检单位、生产单位的名称和地址；
- e) 被检样本的描述；
- f) 进行检测的日期，被检样本的接收日期；
- g) 样本的来源，如抽样、送样等；
- h) 检测依据的技术规范；
- i) 检测所用的测量仪器的溯源性及有效性说明；
- j) 检测结论（样本、检测批）；
- k) 检测环境的描述；
- l) 检测结果及测量不确定度的说明；
- m) 检测执行人员、报告审核人员和报告批准人员的签名；
- n) 检测结果仅对检测样本或检测批有效的声明；
- o) 未经检测机构书面批准，不得部分复制报告的声明。

附录 A

热泵热水机（器）能源效率测量不确定度评定示例

本附录分别给出一次加热式、静态加热式和循环加热式热泵热水机（器）的制热量、制热消耗功率和性能系数的测量不确定度的评定示例。

A.1 一次加热式热泵热水器

A.1.1 制热量测量不确定度评定

A.1.1.1 测量模型

热泵热水机（器）的制热量计算公式为：

$$Q = c \times F \times \rho \times \Delta t / \tau \quad (\text{A.1})$$

式中：

Q ——制热量，W；

c ——水的比热容，取 $c = 4.186 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ；

F ——制热水能力，L/h；

ρ ——水在测量温度下的密度（查阅 1990 年国际温标纯水密度表），kg/L；

Δt ——进出水温差， $^\circ\text{C}$ ；

τ ——单位换算常数，3600s/h。

因公式 (A.1) 中各输入量独立互不相关，根据不确定度合成原理，热泵热水机（器）制热量的合成不确定度计算公式为：

$$u_{\text{crel}}^2(Q) = u_{\text{rel}}^2(Q) + u_{\text{rel}}^2(F) + u_{\text{rel}}^2(\rho) + u_{\text{rel}}^2(\Delta t) \quad (\text{A.2})$$

式中：

$u_{\text{rel}}(Q)$ ——制热量重复性测量引入的相对不确定度；

$u_{\text{rel}}(F)$ ——制热水能力引入的相对不确定度；

$u_{\text{rel}}(\rho)$ ——密度引入的相对不确定度；

$u_{\text{rel}}(\Delta t)$ ——进出水温差引入的相对不确定度。

A.1.1.2 不确定度分量的评定

A.1.1.2.1 制热量重复性引入的不确定度分量

选择额定制热量为 10000 W、额定制热消耗功率为 2700 W 的某一次加热式热泵热水器为检测样本，进行 10 次独立的重复测量，测量数据见表 A.1。

表 A.1 制热量 10 次独立测量数据

序号	制热量/W	序号	制热量/W
1	10258.9	4	10220.1
2	10240.8	5	10252.9
3	10250.2	6	10299.4

表 A.1(续)

序号	制热量/W	序号	制热量/W
7	10257.1	10	10302.5
8	10208.7	平均值	10253.3
9	10242.7	实验标准偏差	29.7

用贝塞尔公式计算测量结果，可得制热量重复性引入的标准不确定度，计算公式如下：

$$u(Q) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}} = 29.7 \text{ W} \quad (\text{A.3})$$

式中：

$u(Q)$ ——制热量重复性引入的标准不确定度；

Q_i ——第*i*次独立测量得到的制热量；

—

\bar{Q} ——*n*次独立测量得到的制热量平均值；

n ——独立测量次数，这里 $n=10$ 。

取 10次独立测量值的平均值 $Q=10253.3 \text{ W}$ 作为测量结果，则相对标准不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(Q) = \frac{u(Q)}{Q} \times 100\% = \frac{29.7 \text{ W}}{10253.3 \text{ W}} \times 100\% = 0.29\% \quad (\text{A.4})$$

A.1.1.2.2 进出水温差引入的不确定度

进出水温差的计算公式为：

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (\text{A.5})$$

式中：

Δt ——进出水温差， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_1 ——进水温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_2 ——出水温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

由上式可知，进出水温差引入的不确定度来源于进、出水温度计的测量误差。根据进、出水温度计的检定证书，已知进、出水温度计的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。按矩形分布估计，则进、出水温测量引入的标准不确定度为：

$$u(t_1) = u(t_2) = \frac{0.1}{3} \text{ }^{\circ}\text{C} = 0.0577^{\circ}\text{C} \quad (\text{A.6})$$

由于进出水温差为 40K，所以进出水温差 Δt 引入的相对不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(\Delta t) = \frac{u(\Delta t)}{\Delta t} \times 100\% = \frac{\sqrt{u^2(t_1) + u^2(t_2)}}{\Delta t} \times 100\% = \frac{0.0816}{40} \times 100\% = 0.20\% \quad (\text{A.7})$$

A.1.1.2.3 制热水能力引入的不确定度

一次加热式热泵热水器的制热水能力即为水流量。根据水流量计的检定证书，已知水流量计的最大允许误差为 $\pm 0.5\%$ ，按矩形分布估计，则制热水能力引入的相对不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(F) = \frac{0.5\%}{3} = 0.29\% \quad (\text{A.8})$$

A.1.1.2.4 密度引入的不确定度

密度测量的不确定度来源于温度测量。经评估，温度测量结果误差导致的密度变化对整个不确定度评定结果的影响极小，故可忽略。

A.1.1.3 制热量的合成标准不确定度

制热量测量的各个不确定度分量见表 A.2。

表 A.2 测量不确定度分量一览表

不确定度来源	相对标准不确定度	分布	相对不确定度分量
$u(Q)$	0.29%	正态	0.29%
F	0.29%	矩形	0.29%
Δt	0.20%	矩形	0.20%

合成标准不确定度为：

$$\begin{aligned} u_{\text{crel}}(Q) &= u_{\text{rel}}^2(Q) + u_{\text{rel}}^2(F) + u_{\text{rel}}^2(\Delta t) = (0.29\%)^2 + (0.29\%)^2 + (0.20\%)^2 \\ &= 0.46\% \end{aligned} \quad (\text{A.9})$$

A.1.1.4 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则制热量的相对扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}}(Q) = k \times u_{\text{crel}}(Q) = 2 \times 0.46\% = 0.92\% \quad (\text{A.10})$$

A.1.2 制热水能力的测量不确定度评定

如 A.1.1.2.3 分析，一次加热式热泵热水器制热水能力引入的不确定度为 0.29%。取包含因子 $k=2$ ，则制热水能力的相对扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}}(F) = k \times u_{\text{rel}}(F) = 2 \times 0.29\% = 0.58\% \quad (\text{A.11})$$

A.1.3 制热消耗功率的测量不确定度评定

A.1.3.1 不确定度分量的评定

制热消耗功率引入的不确定度分量如下：

对选取的检测样本的制热消耗功率进行 10次独立的重复测量，测量数据见表 A.3。

表 A.3 制热消耗功率的 10次独立测量数据

序号	制热消耗功率/W	序号	制热消耗功率/W
1	2728.1	4	2738.9
2	2733.7	5	2751.6
3	2734.6	6	2732.6

表 A.3 (续)

序号	制热消耗功率/W	序号	制热消耗功率/W
7	2735.6	10	2738.6
8	2734.7	平均值	2736.3
9	2734.4	实验标准偏差	6.2

用贝塞尔公式计算测量结果, 可得重复性引入的标准不确定度分量, 计算公式如下:

$$u_1(P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}} = 6.2 \text{ W} \quad (\text{A.12})$$

式中:

$u_1(P)$ ——制热消耗功率重复性引入的标准不确定度分量;

P_i ——第*i*次独立测量得到的制热消耗功率;

—

\bar{P} ——*n*次独立测量得到的制热消耗功率平均值;

n ——独立测量次数, 这里 $n=10$ 。

A.1.3.1.2 功率计引入的标准不确定度分量

制热消耗功率测量引入的不确定度来源于数字功率计的测量误差。根据其检定证书, 数字功率计的最大允许误差为 $\pm 0.5\%$ 。由表 A.3可知, 数字功率计测量值的算术平均值为 2736.3W, 则最大允许误差为 $\pm 13.7\text{W}$, 按均匀分布考虑, 所引入的不确定度分量为:

$$u_2(P) = \frac{13.7 \text{ W}}{3} = 4.6 \text{ W} \quad (\text{A.13})$$

A.1.3.2 合成标准不确定度

合成标准不确定度:

$$u_c(P) = \sqrt{u_1^2(P) + u_2^2(P)} = \sqrt{(6.2 \text{ W})^2 + (4.6 \text{ W})^2} = 7.9 \text{ W} \quad (\text{A.14})$$

取 10次独立测量值的平均值 $\bar{P}=2736.3 \text{ W}$ 作为测量结果, 则相对合成标准不确定度:

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/045132133332011132>