



中华人民共和国国家标准

GB/T 39387—2020

热泵技术在家用电器中应用效果评价

Application effect evaluation of heat pump technology in household appliances

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类 2

5 要求 3

6 热泵应用效果评价方法 3

附录 A（规范性附录） 热泵空调器耗电量测试方法 6

附录 B（规范性附录） 热泵热水器耗电量测试方法 8

附录 C（规范性附录） 热泵式滚筒干衣机和热泵型滚筒式洗衣干衣机耗电量测试方法 13

附录 D（规范性附录） 非稳态制热 15



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。
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这些专利的责任。
本标准由中国轻工业联合会提出。
本标准由全国家用电器标准化技术委员会(SAC/TC 46)归口。

本标准起草单位:中国家用电器研究院、珠海格力电器股份有限公司、浙江正理生能科技有限公司、广东美的制冷设备有限公司、浙江中广电器股份有限公司、青岛海尔新能源电器有限公司、东莞市共享能源科技有限公司、宁波奥克斯电气股份有限公司、杭州康泉热水器有限公司、浙江阳帆节能开发有限公司、安徽中认倍佳科技有限公司、西安庆安制冷设备股份有限公司、宁波吉德电器有限公司、松下家电研究开发(杭州)有限公司。
本标准主要起草人:马德军、胡志强、张龙、黄元躬、吴晓丽、田俊、凌拥军、杨磊、谢坤、吴小毛、徐丰、王凯峰、潘金周、孙民、黎辉、周小俊、唐雪瑾。



热泵技术在家用电器中应用效果评价

1 范围

本标准规定了热泵技术在家用电器中应用时效果评价的术语和定义、产品分类、应用效果评价方法及评价指标。

本标准适用于空气源热泵技术在家用电器中应用时的应用效果评价。其他热泵技术在家用电器中的应用效果评价可参考使用。

注：本标准目前考虑的采用热泵技术的家用电器产品种类包括(但不限于)热泵空调器、热泵热水器、热泵式滚筒干衣机及热泵型滚筒式洗衣干衣机、低环境温度空气源热泵热风机。

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/T 7725—2004 房间空气调节器
- GB/T 15470—2002 家用直接作用式房间电加热器 性能测试方法
- GB/T 20289—2006 储水式电热水器
- GB/T 20292—2019 家用滚筒式干衣机性能测试方法
- GB/T 23118—2008 家用和类似用途滚筒式洗衣干衣机技术要求
- GB/T 23119 家用和类似用途电器 性能测试用水
- GB/T 23137—2020 家用和类似用途热泵热水器
- GB/T 26185—2010 快热式热水器
- JB/T 13573—2018 低环境温度空气源热泵热风机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热泵 heat pump

通过消耗一定能量做功,将低温热源的热能转移到高温热源的装置。

注：改写 GB/T 7725—2004,定义 3.2。

3.2

热泵技术 heat pump technology

利用低温低位热能资源,采用热泵原理,通过少量的高位电能输入做功,实现低位热能向高位热能转移的技术。

3.3

热泵空调器 heat pump air-conditioner

运用热泵技术原理,通过转换制冷工质运行流向,从室外低温空气吸热并向室内放热,使室内空气升温的空气调节系统。

注：包括空气循环、净化装置和加湿、通风装置。

3.4

低环境温度空气源热泵热风机 low ambient temperature air source heat pump air heater

利用电机驱动的蒸汽压缩循环,将室外低温环境空气中的热量转移至密闭空间、房间或区域,使其内部空气升温,并能在不低于-25℃的环境温度下使用的设备。

注 1：改写 JB/T 13573—2018,定义 3.1。

注 2：主要包括制热系统以及空气循环和净化装置,还可以包括通风装置。

3.5

热泵热水器 heat pump water heater

运用热泵技术原理,利用电机驱动的蒸汽压缩制冷循环,将空气或水中的热量转移到被加热的水中来制备生活热水的装置。

注：改写 GB/T 23137—2020,定义 3.1。

3.6

热泵式滚筒干衣机 tumble dryer with heat pump

运用热泵技术原理,由封闭式压缩机驱动的制冷系统循环运行,通过制冷系统蒸发器冷凝去除滚筒内空气中的水分,实现气、水分离,并且通过制冷系统冷凝器加热滚筒内空气而完成干衣过程的滚筒干衣机。

3.7

热泵型滚筒式洗衣干衣机 tumble washer-dryer with heat pump

运用热泵技术原理,由封闭式压缩机驱动的制冷系统循环运行,通过制冷系统蒸发器冷凝去除滚筒内空气中的水分,实现气、水分离,并且通过制冷系统冷凝器加热滚筒内空气而完成干衣过程的,带有脱水功能和干燥织物(通常通过加热和翻转)装置的滚筒式洗衣机。

3.8

热泵节能率 energy saving rate of heat pump

η_h

规定条件下,热泵产品相比于满足同等需求的电热产品所节约的耗电量与电热产品耗电量的比值,以百分比表示。

3.9

热泵产品 heat pump product

利用热泵技术实现制热功能的产品。

3.10

电加热产品 electric heating product

通过电能直接转化为热能来实现制热功能的产品。

4 分类

按照热泵技术在产品中的应用,对照电加热产品对热泵产品进行分类,见表 1。

表 1 热泵应用效果评价产品对照表

应用类型	热泵产品	热泵产品标准	对照电加热产品	对照产品标准
加热空气	热泵空调器	GB/T 7725—2004	室内电加热器	GB/T 15470—2002
	低环境温度空气源热泵热风机	JB/T 13573—2018		

表 1（续）

应用类型	热泵产品	热泵产品标准	对照电加热产品	对照产品标准
加热水	一次加热式热泵热水器	GB/T 23137—2020	快热式电热水器	GB/T 26185—2010
	循环/静态加热式热泵热水器	GB/T 23137—2020	储水式电热水器	GB/T 20289—2006
烘干	热泵式滚筒干衣机	GB/T 20292—2019	电加热冷凝干衣机	GB/T 20292—2019
	热泵型滚筒式洗衣干衣机	GB/T 23118—2008	电加热滚筒式洗衣干衣机	GB/T 23118—2008
注：热泵产品的适用范围与相应的产品标准保持一致。				

5 要求

表 2 所示的热泵产品应明示热泵节能率,热泵节能率实测值应不小于额定值的 95%,且满足表 2 的规定。

表 2 热泵节能率

应用类型	热泵产品	热泵节能率 η_h
加热空气	热泵空调器	$\geq 75\%$
	低环境温度空气源热泵热风机	—
加热水	一次加热式热泵热水器	$\geq 75\%$
	循环/静态加热式热泵热水器	$\geq 75\%$
烘干	热泵式滚筒干衣机	$\geq 55\%$
	热泵型滚筒式洗衣干衣机	$\geq 55\%$
注：低环境温度空气源热泵热风机的热泵节能率的限值正在考虑之中。		

6 热泵应用效果评价方法

6.1 热泵节能率的计算

热泵节能率按式(1)进行计算：

$$\eta_h = \frac{(E_e - E_h)}{E_e} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- η_h ——热泵节能率,%,保留一位小数；
- E_e ——对照电热产品日耗电量,单位为瓦时每 24 小时(W·h/24 h)；
- E_h ——热泵产品日耗电量,单位为瓦时每 24 小时(W·h/24 h)。

注 1: 热泵产品耗电量 E_h 针对不同的热泵产品,会有不同的下角标。

注 2: 计算一次加热式热泵热水器的热泵节能率时,用一次加热式热泵热水器和快热式电热水器每千克热水下的耗电量分别代替公式中的 E_h 和 E_e ,单位为瓦时每千克(W·h/kg)。

6.2 热泵空调器和热泵热风机应用效果评价

6.2.1 热泵空调器

6.2.1.1 对照样机选择

按照热泵空调器的额定制热量 Q_{h-a} , 选择直接作用式房间电加热器功率 P_h , 对应关系按式(2)计算:

$$P_h = \frac{Q_{h-a}}{2.5} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P_h ——室内加热器功率, 单位为瓦(W), 保留一位小数;

Q_{h-a} ——热泵空调器的额定制热量, 单位为瓦(W);

2.5 ——热泵空调器对照产品选择时, 制热量与对照电加热功率的转换系数。

6.2.1.2 热泵空调器耗电量测试

按照 GB/T 7725—2004 及附录 A 规定的测试方法测得热泵空调器的制热季节耗电量 $HSTE_a$, 全年制热季节的天数为 168 天, 折算出热泵空调器的日耗电量 E_{h-a} , 如式(3)所示:

$$E_{h-a} = \frac{HSTE_a}{168} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

E_{h-a} ——热泵空调器日耗电量, 单位为瓦时每 24 小时(W·h/24 h), 保留一位小数;

$HSTE_a$ ——热泵空调器制热季节耗电量, 单位为瓦时(W·h);

168 ——以南京温度分布得到的全年制热季节的天数。

6.2.1.3 室内加热器耗电量

室内加热器的耗电量按照 GB/T 15470—2002 中第 16 章计算得到的有效功率, 按照式(4)计算, 折算出日耗电量值 E_e :

$$E_e = \frac{E_{end} - E_{start}}{t_e} \times 24 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

E_e ——室内加热器日耗电量, 单位为瓦时每 24 小时(W·h/24 h);

E_{end} ——有效功率测试周期结束时刻点的积分电能值, 单位为瓦时(W·h);

E_{start} ——有效功率测试周期起始时刻点的积分电能值, 单位为瓦时(W·h);

t_e ——有效功率测试周期时间长度, 单位为小时(h);

24 ——每天的小时数。

然后按照式(1)计算出热泵节能率。

6.2.2 热泵热风机

6.2.2.1 对照样机选择

按照热泵热风机的额定制热量 Q_{h-ah} , 选择室内加热器功率 P_h , 对应关系按式(5)计算:

$$P_h = \frac{Q_{h-ah}}{2.5} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

P_h ——热泵热风机对照产品室内加热器功率，单位为瓦(W)，保留一位小数；

Q_{h-ah} ——热泵热风机的额定制热量，单位为瓦(W)；

2.5 ——热泵热风机对照产品选择时，制热量与对照电加热功率的转换系数。

6.2.2.2 热泵热风机耗电量测试

热泵热风机根据表 A.1 规定的制热工况和 JB/T 13573—2018 中表 D.2 的时间温度分布，按照 JB/T 13573—2018 中附录 D 的测试和计算方法，计算出热泵热风机的制热季节耗电量 $HSTE_{ah}$ 。按照 JB/T 13573—2018 折算出全年制热季节的天数，折算出热泵热风机的日耗电量 E_{h-ah} ，如式(6)所示：

$$E_{h-ah} = \frac{HSTE_{ah}}{D} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

E_{h-ah} ——热泵热风机日耗电量，单位为瓦时每 24 小时(W·h/24 h)，保留一位小数；

$HSTE_{ah}$ ——热泵热风机制热季节耗电量，单位为瓦时(W·h)；

D ——全年制热季节的天数。

6.2.2.3 室内加热器耗电量

室内加热器的耗电量按照 GB/T 15470—2002 中 16 章测得的有效功率，折算出耗电量值 E_e ，折算方法参照式(4)。然后按照式(1)计算出热泵节能率。

6.3 热泵热水器应用效果评价

6.3.1 一次加热式热泵热水器

选择相同额定制热水能力的一次加热式热泵热水器和快热式电热水器进行比较。一次加热式热泵热水器按照附录 B 的测试方法测得每千克热水下的耗电量；快热式电热水器按照 GB/T 26185—2010 中 7.2 加热效率的测试方法进行测试，但出水温度保持在 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，功率稳定后，运行 30 min，通过积分电能值折算出每千克热水下的耗电量。用一次加热式热泵热水器和快热式电热水器每千克热水下的耗电量根据式(1)进而计算热泵节能率。

6.3.2 循环式/静态加热式热泵热水器

选择相同水箱容量的循环式/静态加热式热泵热水器和储水式电热水器进行比较。循环式/静态加热式热泵热水器按照附录 B 的方法测算年耗电量，按照每年 365 天，折算出日耗电量；储水式热水器按照 GB/T 20289—2006 中 7.6 规定的方法，但温控器的设定应保证出水温度在 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，稳定后运行 1 h 或约 1 h 的完整的温控器周期，通过稳定后的数据折算出日耗电量，进而计算热泵节能率。

6.4 热泵式滚筒干衣机及热泵型滚筒式洗衣干衣机应用效果评价

选择相同额定干衣容量的热泵式滚筒干衣机和电加热冷凝干衣机进行比较。热泵型滚筒式洗衣干衣机则选择相同额定容量的电加热滚筒式洗衣干衣机进行比较。至少进行 5 次有效的干衣周期试验。各试验项目的试验结果为全部有效干衣周期的算术平均值。热泵式滚筒干衣机按照附录 C 的测试方法进行耗电量测试。热泵型滚筒式洗衣干衣机按照 GB/T 23118—2008 中的 6.4.2 和附录 C 的规定进行耗电量测试。电加热冷凝干衣机和电加热滚筒式洗衣干衣机则按照 GB/T 20292—2019 中 8.3 规定的方法进行耗电量测试，确定单位负载耗电量，进而计算热泵节能率。

附 录 A
(规范性附录)
热泵空调器耗电量测试方法

A.1 一般试验条件

A.1.1 安装条件

空调器应按照制造商规定的安装程序和附件进行安装。如机组有多种安装方式的,所有测试应在最不利的安装方式下进行。任何情况下,应遵循制造商的相关建议,如到墙体的安装距离、穿墙凸出的尺寸等。

分体式空调器室内机组与室外机组的连接管,应按制造厂规定或 7.5 m 为测试的管长,两者取较小值。

其他安装条件应符合 GB/T 7725—2004 相关规定。

A.1.2 运行条件

耗电量测试时热泵空调器的设定与热泵空调器进行额定热泵制热量试验时的设定一致。

A.1.3 电源

供电电压的谐波失真不应超过 3%。在试验过程中,电源电压应保持在额定电压的±1%以内。如果指定额定电压范围,则试验电压为 220 V±2.2 V。

A.1.4 试验工况

热泵空调器耗电量测试的试验工况见表 A.1,稳态制热量试验的读数允差见表 A.2。

表 A.1 试验工况

器具类型	工况条件	室内侧回风状态/℃		室外侧进风状态/℃	
		干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度
热泵空调器	额定高温制热	20	15(最大)	7	6
	额定低温制热	20	—	2	1
热泵热风机	130%	20	—	—20	—
	100%	20	—	—12	—13.5
	80%	20	—	—7	—8
	50%	20	—	2	1
	30%	20	—	7	6

表 A.2 稳态制热量试验的读数允差

读数		读数的算术平均值 对额定工况的偏差	各读数对额定工况的 最大偏差
室内侧 空气温度	干球	$\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
	湿球	$\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}^{\text{a}}$	$\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}^{\text{a}}$
室外侧 空气温度	干球	$\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
	湿球	$\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}^{\text{b}}$	$\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}^{\text{b}}$
电压、频率		$\pm 1.0\%$	$\pm 2.0\%$
水温	进口	$\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$
	出口	$\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$
水体积流量		$\pm 1.0\%$	$\pm 2.0\%$
<p>^a 不适用于制热试验。</p> <p>^b 仅适用于喷淋冷凝水至室外盘管的制冷试验。</p>			

A.2 耗电量测试及计算方法

热泵空调器按照表 A.1 规定的试验工况,其中额定高温制热工况按照 GB/T 7725—2004 的规定进行,额定低温制热试验按照 GB/T 7725—2004 及附录 D 的方法进行,并按照 GB/T 7725—2004 中附录 E 规定的方法计算制热季节耗电量。



附 录 B

(规范性附录)

热泵热水器耗电量测试方法

B.1 一般试验条件

B.1.1 安装条件

热泵热水器应按照制造商的安装规定,使用所提供或推荐使用的附件、工具进行安装。

除按规定的方式进行试验所需要的装置和仪器的连接外,对热泵热水器不应进行更改和调整。

空气源热泵热水器的空气侧试验空间应足够,使试验中主机的气流场不能改变。试验时器具周围的空气速度应尽可能低,以免影响机组的性能。

其他安装条件应符合 GB/T 23137—2020 相关规定。

B.1.2 运行条件

耗电量测试时热泵热水器的设定与进行热泵名义制热量试验时的设定一致。

B.1.3 电源

在试验过程中,电源电压应保持在额定电压的 $\pm 1\%$ 以内。如果指定额定电压范围,则试验电压为 $220\text{ V}\pm 2.2\text{ V}$ 。

B.1.4 试验工况

耗电量测试的试验工况见表 B.1。其中,低温制热试验的室外侧工况允差按附录 D 的表 D.1 要求。

表 B.1 试验工况

项目	水侧		空气侧	
	进水(初始)温度/℃	出水(终止)温度/℃	干球温度/℃	湿球温度/℃
高温工况	19	55	27	19
名义工况	15		20	15
最小运行工况	9		7	6
自动除霜工况 ^a	9		2	1
低温运行工况 ^a	9		—7	—8
<div>注 1: 水侧温度误差为±0.5℃。</div> <div>注 2: 空气侧干球温度误差为±1℃,湿球温度误差为±0.5℃。</div> <div>注 3: 一次加热式机组,化霜时和化霜结束后的水侧出水温度温度偏差不做要求。</div>				
<div>^a 为可选试验,若不进行试验,可通过下述公式进行计算:</div> <div>a) $Q_2=0.72\times Q_7$</div> <div>b) $\text{COP}_2=0.75\times \text{COP}_7$</div> <div>c) $Q_{-7}=0.60\times Q_7$</div> <div>d) $\text{COP}_{-7}=0.65\times \text{COP}_7$</div>				

B.1.5 其他试验条件

- 耗电量测试的其他试验条件如下：
- a) 试验结束时水箱中水的平均温度,应达到 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
 - b) 环境风速不大于 0.5 m/s ；
 - c) 带水箱的热泵热水器,水箱和主机置于同一环境温度下。

B.2 试验方法

B.2.1 一次加热式热泵热水器

在表 B.1 规定的试验工况测试热泵制热量,热泵热水器出水口加装温度计及水流量控制装置,其中非稳态制热量按附录 D 规定的试验方法,测试并记录热泵热水器的进水温度 $T_1(^{\circ}\text{C})$ 、出水温度 $T_2(^{\circ}\text{C})$ 、水流量 $G(\text{L/h})$ 、热泵制热消耗功率 $P(\text{W})$ 。

B.2.2 循环加热式、静态加热式热泵热水器

在表 B.1 规定的试验工况,在水箱内注满规定温度的冷水,将水加热至 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,记录初始温度 $T_1(^{\circ}\text{C})$ 、终止温度 $T_2(^{\circ}\text{C})$ 、被加热水体积 $V(\text{L})$ 、加热时间 $H(\text{h})$ 、耗电量 $E(\text{kW} \cdot \text{h})$,按 GB/T 23137—2020 中 6.3.3.2、6.3.3.3 的方法计算制热量及性能系数(COP)。

B.3 全年制热性能和全年能源消耗效率(APF)计算方法

B.3.1 全年平均热泵制热量

全年平均热泵制热量按照式(B.1)进行计算：

$$AC = \sum_{j=1}^n (W_j \times n_j) \dots\dots\dots (B.1)$$

- 式中：
- AC —— 全年平均热泵制热量,单位为瓦时(W · h),保留两位小数；
- n_j —— 表 B.5 中日平均气温编号 j 的发生天数；
- W_j —— 表 B.5 中日平均气温为 t_j 时每日所需的总热水热能,按式(B.2)计算,单位为焦耳(J)。
- $$W_j = G_m \times (40 - T_{j,c}) \times 4.187 \times 1\,000 \dots\dots\dots (B.2)$$

- 式中：
- 4.187 —— 水的比定压热容,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg · °C)]；
- G_m —— 40 °C 的热水需求量,与选型及使用习惯有关,按式(B.3)计算,单位为千克(kg)；
- $T_{j,c}$ —— 日平均气温为 t_j 时的冷水温度,单位为摄氏度(°C),根据不同的平均气温 t_j , $T_{j,c}$ 见表 B.2。


$$G_m = \frac{55 - 15}{40 - 15} \times G \times 2 \dots\dots\dots (B.3)$$

- 式中：
- G —— 额定制热工况时的 1 h 产水量,单位为千克(kg)。

表 B.2 日平均气温为 t_j 时冷水温度 $T_{j,c}$ 的表达式

t_j 的范围	$T_{j,c}$ 的表达式
$t_j \leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	6
$2\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}$	$6 + \frac{3 \times (t_j - 2)}{5}$
$7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$9 + \frac{6 \times (t_j - 7)}{13}$
$20\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 27\text{ }^{\circ}\text{C}$	$15 + \frac{4 \times (t_j - 20)}{7}$
$27\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 43\text{ }^{\circ}\text{C}$	$19 + \frac{10 \times (t_j - 27)}{16}$
$t_j > 43\text{ }^{\circ}\text{C}$	29

B.3.2 全年能源消耗效率 (APF)

全年能源消耗效率按照式(B.4)进行计算：

$$\text{APF} = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j \times n_j / h_j)}{\sum_{j=1}^n (P_j \times n_j) + \sum_{j=1}^n (P_{\text{RH}} \times n_j)} = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j \times n_j / h_j)}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{Q_j}{\text{COP}_j} \times n_j \right) + \sum_{j=1}^n (P_{\text{RH}j} \times 1.3 \times n_j)} \quad \dots\dots\dots (\text{B.4})$$

式中：

APF ——全年能源消耗效率，保留两位小数；

h_j ——表 B.5 中日平均气温编号 j 时加热总热量为 W_j 所消耗的时间， $h_j = \frac{W_j}{3\,600 \cdot Q_j}$ ，单位为小时(h)；

P_j ——表 B.5 中日平均气温编号 j 时制热消耗功率， $P_j = \frac{Q_j}{\text{COP}_j}$ ，单位为瓦(W)；

$P_{\text{RH}j}$ ——表 B.5 中日平均气温编号 j 时辅助加热装置消耗功率，单位为瓦(W)，该参数由制造商进行明示；

Q_j ——表 B.5 中日平均气温编号 j 的制热量，单位为瓦(W)，根据不同的平均气温 t_j ， Q_j 见表 B.3。

表 B.3 日平均气温为 t_j 时制热量 Q_j 的表达式

t_j 的范围	Q_j 的表达式
$t_j \leq -7\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Q_{-7} + \frac{Q_7 - Q_{-7}}{7 - (-7)} \times [t_j - (-7)]$
$-7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Q_{-7} + \frac{Q_2 - Q_{-7}}{2 - (-7)} \times [t_j - (-7)]$
$2\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Q_2 + \frac{Q_7 - Q_2}{7 - 2} \times (t_j - 2)$
$7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Q_7 + \frac{Q_{20} - Q_7}{20 - 7} \times (t_j - 7)$

表 B.3 (续)

t_j 的范围	Q_j 的表达式
$20\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 27\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Q_{20} + \frac{Q_{27} - Q_{20}}{27 - 20} \times (t_j - 20)$
$t_j > 27\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Q_{27} + \frac{Q_{27} - Q_{20}}{27 - 20} \times (t_j - 27)$
注： Q_{-7} 、 Q_2 、 Q_7 、 Q_{20} 、 Q_{27} ——分别为按 B.2 方法测试的低温运行工况制热量、自动除霜工况制热量、最小运行工况制热量、名义工况制热量、高温工况制热量；单位为瓦(W)。	

COP_j——表 B.5 中日平均气温编号 j 的性能系数，单位为瓦每瓦(W/W)，根据不同的平均气温 t_j ，COP_j 见表 B.4。

表 B.4 日平均气温为 t_j 时性能系数 COP_j 的表达式

t_j 的范围	COP _j 的表达式
$t_j \leq -7\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\text{COP}_{-7} + \frac{\text{COP}_7 - \text{COP}_{-7}}{7 - (-7)} \times [t_j - (-7)]$
$-7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\text{COP}_{-7} + \frac{\text{COP}_2 - \text{COP}_{-7}}{2 - (-7)} \times [t_j - (-7)]$
$2\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\text{COP}_2 + \frac{\text{COP}_7 - \text{COP}_2}{7 - 2} \times (t_j - 2)$
$7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\text{COP}_7 + \frac{\text{COP}_{20} - \text{COP}_7}{20 - 7} \times (t_j - 7)$
$20\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j \leq 27\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\text{COP}_{20} + \frac{\text{COP}_{27} - \text{COP}_{20}}{27 - 20} \times (t_j - 20)$
$t_j > 27\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\text{COP}_{27} + \frac{\text{COP}_{27} - \text{COP}_{20}}{27 - 20} \times (t_j - 27)$
注： COP ₋₇ 、COP ₂ 、COP ₇ 、COP ₂₀ 、COP ₂₇ ——分别为按 B.2 方法测试的低温运行工况、自动除霜工况、最小运行工况、名义工况、高温工况的性能系数。	

B.3.3 热泵制热耗电量

全年热泵制热耗电量按照式(B.5)进行计算：

$$\text{AP} = \frac{\text{AC}}{\text{APF}} \dots\dots\dots (\text{B.5})$$

式中：

- AP ——全年热泵制热耗电量，单位为瓦时(W·h)，保留两位小数；
- AC ——全年平均热泵制热量，单位为瓦时(W·h)；
- APF ——全年能源消耗效率，保留两位小数。

热泵制热日耗电量按照式(B.6)进行计算：

$$E = \frac{\text{AP}}{365} \dots\dots\dots (\text{B.6})$$

式中：

- E ——热泵制热日耗电量，单位为瓦时每 24 小时(W·h/24 h)，保留两位小数；
- AP——全年热泵制热耗电量，单位为瓦时(W·h)。



热泵热水器每公斤热水的耗电量按照式(B.7)进行计算：

$$E_e = \frac{E}{G \times 24 \times 1} \dots\dots\dots (B.7)$$

式中：

E_e ——每千克热水的耗电量,单位为瓦时每千克(W·h/kg),保留两位小数；

E ——热泵制热耗电量,单位为瓦时每24小时(W·h/24h)；

G ——热泵热水器水流量,单位为升每小时(L/h)；

24 ——每天的小时数；

1 ——水密度,单位为千克每升(kg/L)。

B.3.4 全年各温度(日平均)发生时间

全年各温度(日平均)发生时间以南京气象数据为准,详见表B.5。

表 B.5 温度发生时间表(南京气象数据)

温度 区间 j	日平 均气 温 ℃	进水 水温 ℃	发生 天数	辅助 加热 装置 消耗 功率 P_{RHj}/W	温度 区间 j	日平 均气 温 ℃	进水 水温 ℃	发生 天数	辅助 加热 装置 消耗 功率 P_{RHj}/W	温度 区间 j	日平 均气 温 ℃	进水 水温 ℃	发生 天数	辅助 加热 装置 消耗 功率 P_{RHj}/W
1	—3	6	1	P_{RH1}	14	10	10.4	12	P_{RH14}	27	23	16.7	12	P_{RH27}
2	—2	6	3	P_{RH2}	15	11	10.8	14	P_{RH15}	28	24	17.3	19	P_{RH28}
3	—1	6	2	P_{RH3}	16	12	11.3	8	P_{RH16}	29	25	17.9	14	P_{RH29}
4	0	6	6	P_{RH4}	17	13	11.8	7	P_{RH17}	30	26	18.4	4	P_{RH30}
5	1	6	3	P_{RH5}	18	14	12.2	10	P_{RH18}	31	27	19	14	P_{RH31}
6	2	6	12	P_{RH6}	19	15	12.7	14	P_{RH19}	32	28	19.6	12	P_{RH32}
7	3	6.6	19	P_{RH7}	20	16	13.2	12	P_{RH20}	33	29	20.3	12	P_{RH33}
8	4	7.2	14	P_{RH8}	21	17	13.6	7	P_{RH21}	34	30	20.9	12	P_{RH34}
9	5	7.8	17	P_{RH9}	22	18	14.1	8	P_{RH22}	35	31	21.5	8	P_{RH35}
10	6	8.4	12	P_{RH10}	23	19	14.5	5	P_{RH23}	36	32	22.1	3	P_{RH36}
11	7	9.0	10	P_{RH11}	24	20	15	15	P_{RH24}	37	33	22.8	1	P_{RH37}
12	8	9.5	4	P_{RH12}	25	21	15.6	13	P_{RH25}					
13	9	9.9	9	P_{RH13}	26	22	16.1	17	P_{RH26}					

附 录 C
(规范性附录)

热泵式滚筒干衣机和热泵型滚筒式洗衣干衣机耗电量测试方法

C.1 一般试验条件

C.1.1 安装条件

干衣机应按照制造商的安装规定,使用所提供或推荐使用的附件、工具进行安装。

C.1.2 运行条件

耗电量测试时热泵式滚筒干衣机或热泵型滚筒式洗衣干衣机的设定应分别与热泵式滚筒干衣机或热泵型滚筒式洗衣干衣机进行干衣性能试验时的设定一致。

C.1.3 电源

在试验过程中,电源电压应保持在额定电压的 $\pm 1\%$ 以内。如果指定额定电压范围,则试验电压为 $220\text{ V}\pm 2.2\text{ V}$ 。

C.1.4 试验用水

C.1.4.1 水温

冷水的温度应为 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C.1.4.2 水压

进水时各器具进水管的水压应保持在 $240\text{ kPa}\pm 50\text{ kPa}$ 。

C.1.4.3 水硬度

总硬度为 $2.5\text{ mmol/L}\pm 0.2\text{ mmol/L}$ 的标准硬水或总硬度为 $0.5\text{ mmol/L}\pm 0.2\text{ mmol/L}$ 的标准软水均可使用。如果可以,也可使用总硬度适合的自然水。或者,应按照 GB/T 23119 的要求制备总硬度适合的水。

C.1.5 试验负载

热泵式滚筒干衣机或热泵型滚筒式洗衣干衣机的试验负载应满足标准 GB/T 23118—2008 第 6 章的规定。



C.1.6 试验工况

试验过程中,热泵式滚筒干衣机或热泵型滚筒式洗衣干衣机附近的环境温度应保持在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度应保持在 $55\%\pm 5\%$ 。

C.2 耗电量计算

将符合 C.1.5 规定的试验负载放入热泵式滚筒干衣机中,按 GB/T 20292—2019 中 8.3 进行耗电量

试验,当程序终止、热泵式滚筒干衣机停止工作时,耗电量试验结束,计算周期内的耗电量值。

将符合 C.1.5 规定的试验负载放入热泵型滚筒式洗衣干衣机中,GB/T 23118—2008 中 6.4.2 进行试验,计算周期内的耗电量值。



附 录 D
(规范性附录)
非稳态制热

D.1 除霜运行

D.1.1 空调器

D.1.1.1 空调器自动除霜控制不应被其他控制所取代,只有在预调节阶段人工启动除霜过程才能取代自动除霜控制。

D.1.1.2 如果除霜过程中空调器室内风扇停止运行,则应停止通过室内盘管的气流。

D.1.2 热泵热水器

断开热泵热水器的辅助热源,其他运行条件同附录 B。

D.2 试验流程

D.2.1 空调器

D.2.1.1 预调节阶段

D.2.1.1.1 调节试验房间的再处理设备和空调器,表 A.1 和表 A.2 的要求建立后,空调器应至少运行 10 min。

D.2.1.1.2 预调节阶段可在出现除霜循环时结束,如果出现这种情况,在平衡阶段开始前,空调器应以制热模式在除霜结束后至少运行 10 min。

D.2.1.1.3 在 H2 和 H3 温度条件下试验时,推荐用自动或手动的方式启动除霜循环以结束预调节阶段。

D.2.1.2 空调器平衡阶段

D.2.1.2.1 一个完整的平衡阶段应至少持续 1 h。

D.2.1.2.2 非稳态制热过程空调器应满足 D.2.1.6.3 要求,其他热泵制热过程空调器应满足表 A.1 和表 A.2 试验允差要求。

D.2.1.3 空调器数据采集阶段

D.2.1.3.1 在平衡阶段后应立即进入数据采集阶段。

D.2.1.3.2 如果采用量热计法,制热量应按 GB/T 7725—2004 附录 A.3.1 进行计算。如果采用室内空气焓值法,制热量应按 GB/T 7725—2004 附录 A.3.2 进行计算。选用验证试验方法时,按照 GB/T 7725—2004 相应的附录进行制热量试验。

D.2.1.3.3 空调器的功率用积分电功率(瓦时)计或测量系统来测量。在除霜过程中和除霜结束后的 10 min 内,该功率计表和测量系统应至少每间隔 10 s 取值一次。

D.2.1.3.4 除 D.2.1.3.3 和 D.2.1.3.5 的规定外,数据应至少每间隔 30 s 取值一次。

D.2.1.3.5 在除霜过程中及除霜后的 10 min,用于计算热泵积分制热量的数据采集应更频繁,数据采集的平均间隔应为每 10 s 或更短。采用室内空气焓值法时,这些数据应包括室内侧干球温度的变化;

采用量热计法时,这些数据应包括确定室内侧制热量的所有测量值。

D.2.1.3.6 对于除霜中室内风扇自动停止运行的空调器,如果采用室内空气焓值法,在风扇停止期间产生的净热量和/或室内侧干球温度的变化量应认为等于零;如果采用量热计法,风扇停止期间制热量的累积应继续进行。

D.2.1.3.7 无论采用室内空气焓值法还是量热计法,应测量室内侧进、出风干球温度的变化。在数据收集阶段每 5 min 取值一次。每间隔 5 min 进、出风干球温度的变化用式(D.1)计算。

$$\Delta T = \left[\frac{\Delta T_{i(\tau=0)} - \Delta T_{i(\tau)}}{\Delta T_{i(\tau=0)}} \right] \times 100 \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

ΔT ——数据收集期间任一 5 min 进、出风温差的改变,%,保留一位小数;

$\Delta T_{i(\tau=0)}$ ——数据收集期间前 5 min 进、出风温差的平均值,单位为摄氏度(°C);

$\Delta T_{i(\tau)}$ ——数据收集期间任一 5 min 进、出风温差的平均值,单位为摄氏度(°C)。

D.2.1.4 以除霜循环结束的预调节阶段(自动或手动)

D.2.1.4.1 在开始的 35 min 数据采集阶段,如果 ΔT 大于 2.5%,制热量试验应按非稳态试验。同样地,如果热泵的平衡阶段或开始的 35 min 数据采集阶段开始了除霜循环,制热量试验应按非稳态试验。

D.2.1.4.2 如果没有发生 D.2.1.4.1 规定的情况,且在平衡阶段和开始的 35 min 数据采集阶段,试验允差应满足表 A.2 的要求,则制热量试验应按稳态试验。数据采集阶段进行 35 min 后结束稳态试验。

D.2.1.5 未以除霜循环结束的预调节阶段

D.2.1.5.1 如果在预调节阶段或开始的 35 min 数据采集阶段,空调器开始除霜循环,制热量试验应按 D.2.1.5.3 的要求重新开始。

D.2.1.5.2 在数据采集阶段开始的 35 min 内,如果 ΔT 大于 2.5%,制热量试验应按 D.2.1.5.3 的要求重新开始。在重新开始之前,应发生除霜循环。这个除霜循环可手动或自动开始。

D.2.1.5.3 如果 D.2.1.5.1 或 D.2.1.5.2 适用,则应在除霜循环结束 10 min 后进行重新开始一个新的、1 h 平衡阶段的试验。第 2 次试验应满足 D.2.1.2、D.2.1.3 的要求和 D.2.1.6 的试验流程。

D.2.1.5.4 如果没有发生 D.2.1.5.1 或 D.2.1.5.2 的情况,且在平衡阶段和开始的 35 min 数据收集阶段,试验允差应满足表 A.2 的要求,则制热量试验应按稳态试验。数据采集阶段进行 35 min 后结束稳态试验。



D.2.1.6 空调器试验流程——非稳态试验

D.2.1.6.1 满足 D.2.1.4.1 的规定的试验为非稳态制热量试验。应按照 D.2.1.6.2~D.2.1.6.5 的要求进行试验。

D.2.1.6.2 空调器正常室外侧气流不应受到干扰。如果适用,室外侧焓差测试装置应断开连接,非稳态制热量试验应从 D.2.1.1 所规定预调节阶段重新开始。

D.2.1.6.3 为了使非稳态制热量试验结果有效,在平衡阶段和数据收集阶段的试验允差应满足表 D.2 的要求。表 D.1 中规定了两个区间的试验允差,H 区间是指除了除霜之后的 10 min 以外的每 5 min 采集数据的平均值。

D.2.1.6.4 D 区间是指除霜循环和接下来 10 min 每 5 min 采集数据的平均值。

在平衡阶段和数据采集阶段均应满足表 D.1 规定的试验允差。每个 H 区间或 D 区间的所有数据都应符合表 D.1 的试验允差。应分别根据 H 区间的数据或 D 区间的数据评价是否符合表 D.1 的试验允差,而不是将两个或多个 H 区间或 D 区间的数据结合在一起评价是否符合表 D.1 的试验允差。

D.2.1.6.5 如果采用室内空气焓值法,数据采集阶段应进行 3 h 或 3 个完整的循环,取其短者。如果试

验进行了 3 h,正进行一个除霜循环,则使数据采集应到这一循环结束。一个完整的循环应包括热泵阶段和除霜阶段,从第一个除霜循环结束到最后一个除霜循环结束。

D.2.1.6.6 如果采用量热计法,数据采集阶段应进行 6 h 或 6 个完整的循环,取其短者。如果试验进行了 6 h,正进行一个除霜循环,则使数据采集应到这一循环结束。一个完整的循环应包括热泵阶段和除霜阶段,从第一个除霜循环结束到最后一个除霜循环结束。

表 D.1 非稳态制热量试验过程允许的偏差

读数		算术平均值对额定工况的偏差		瞬时值读数对额定工况的偏差	
		H 区间 ^a	D 区间 ^b	H 区间	D 区间
进入室内侧空气温度/℃	干球	±0.6	±1.5	±1.0	±2.5
	湿球	—	—	—	—
进入室外侧空气温度/℃	干球	±0.6	±1.5	±1.0	±5.0
	湿球	±0.3	±1.0	±0.6	—
电压/V		—	—	±2%	±2%
^a 适用于制热模式,不包括除霜循环终止后 10 min。 ^b 适用于除霜循环和除霜循环终止后 10 min 的制热模式。					

D.2.1.7 空调器制热量试验结果的计算

D.2.1.7.1 稳态制热量计算

D.2.1.7.1.1 当按照 A.2.3.2 或 D.2.1.5.4 的要求进行制热量试验时,采用量热计方法时,制热量的计算应按照 GB/T 7725—2004 附录 A.3.1,采用室内空气焓值方法时,制热量的计算应按照 GB/T 7725—2004 的 A.3.2。

D.2.1.7.1.2 应使用数据采集阶段 35 min 所记录的制热量的平均值作为平均制热量。

D.2.1.7.1.3 应使用数据采集阶段 35 min 所记录的输入功率的平均值或 35 min 所记录的积分输入功率作为平均输入功率。

D.2.1.7.2 非稳态制热量计算

D.2.1.7.2.1 当按照 D.2.1.6 的要求进行制热量试验时,应确定平均制热量。采用量热计方法时,制热量的计算应按照 GB/T 7725—2004 的 A.3.1,采用室内空气焓值方法时,制热量的计算应按照 GB/T 7725—2004 的 A.3.2。

D.2.1.7.2.2 对于在数据采集期间,如果空调器包含一个或多个完整循环,应按照以下要求确定制热量和输入功率。平均制热量应由数据采集期间包含的所有完整循环的制热量积分值和运行时间来确定。平均输入电功率应由输入功率的积分值和数据采集期间与测量制热量相同的时间来确定。

注：一个完整的循环包含一个制热过程和从除霜终止到下一个除霜终止的除霜过程。

D.2.1.7.2.3 对于在数据采集期间,没有发生完整循环的空调器,应按照以下要求确定制热量和输入功率。平均制热量应由制热量的积分值和数据采集期间的发生时间(室内空气焓值法 3 h;量热计法 6 h)来确定。平均输入电功率应由输入功率的平均值和数据采集期间与测量制热量相同的时间来确定。

D.2.1.7.2.4 图 D.1~图 D.6 给出了制热能力试验中可能发现的几种情况的示意图。对空调器产品,所有的图示例子都应在预调节阶段结束前进行了除霜循环。图 D.2~图 D.6 所示例子表明了空调器在使用室内空气焓方法的情况下,对于非稳态测试数据收集时间应持续 3 h 或 3 个完整的周期(如果使用

量热计试验方法,相反应持续 6 h 或 6 个周期)。

D.2.2 热泵热水器

热泵热水器工况偏差满足表 D.2 的规定后,手动或自动化霜后运行 10 min 进入平衡阶段运行 60 min,开始采集数据,运行 3 个完整化霜周期或者 3 h,取其短者,结束数据采集。

制热量按照下列情况进行计算:

- a) 若 3 h 内无自动化霜,则应计算 3 h 内的平均制热量;
- b) 若 3 h 内没有完成 1 个完整的自动化霜周期,则应计算 3 h 内的平均制热量;
- c) 若 3 h 内有 1 个完整的自动化霜周期,则应计算 1 个完整的除霜周期的平均制热量;
- d) 若 3 h 内有 2 个完整的自动化霜周期,则应计算 2 个完整的除霜周期的平均制热量;
- e) 若 3 h 内有 3 个完整的自动化霜周期,则应计算 3 个完整的除霜周期的平均制热量。

图 D.2~图 D.6 分别对应 a)~e)的 5 种情况。

表 D.2 非稳态热泵制热试验工况参数的读数允差 单位为摄氏度

项 目	室外侧空气状态			
	干球温度		湿球温度	
	热泵时	融霜时	热泵时	融霜时
最大变动幅度	±2.0	±5.0	±1.0	±2.5
平均变动幅度	±0.5	±1.5	±0.3	±1.0

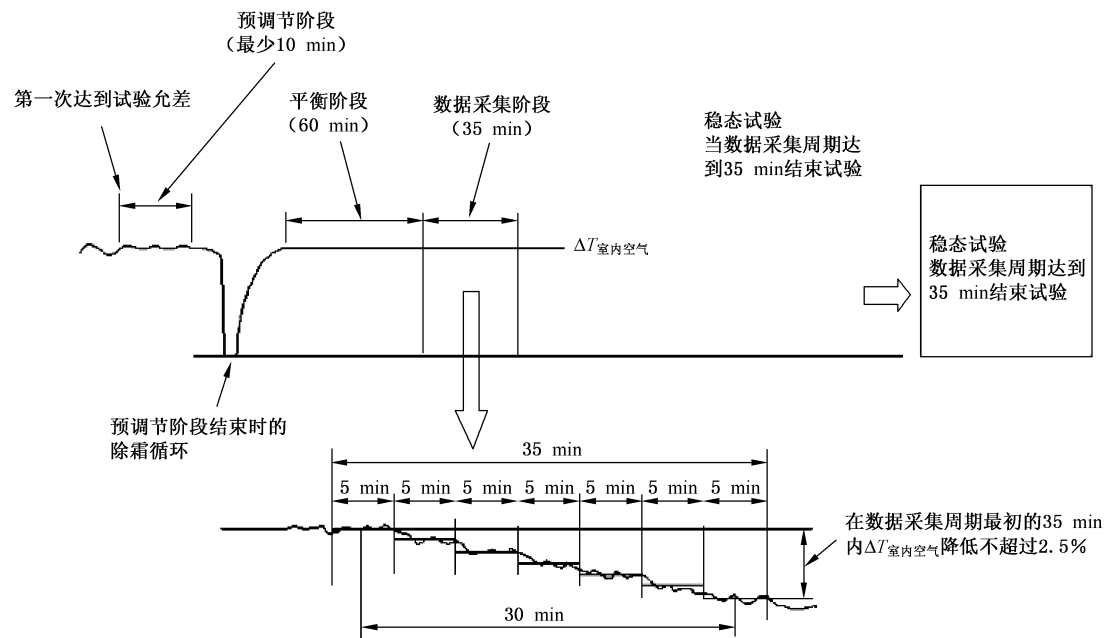


图 D.1 稳态制热量试验

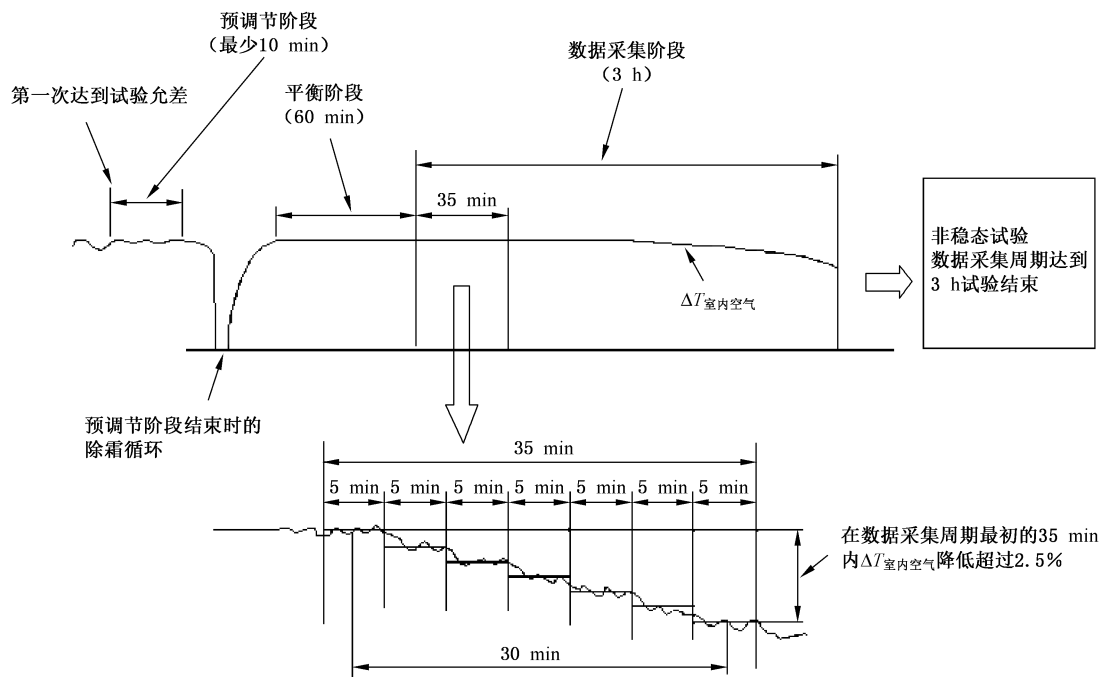


图 D.2 无除霜的非稳态制热量试验

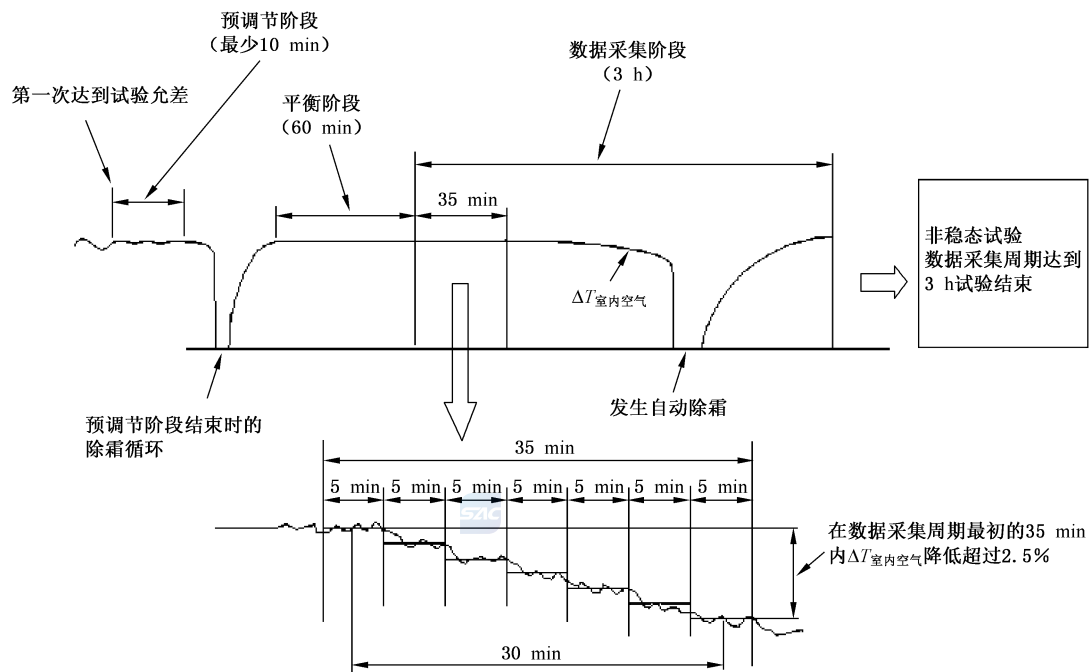


图 D.3 在数据采集阶段出现 1 个除霜循环的非稳态制热量试验

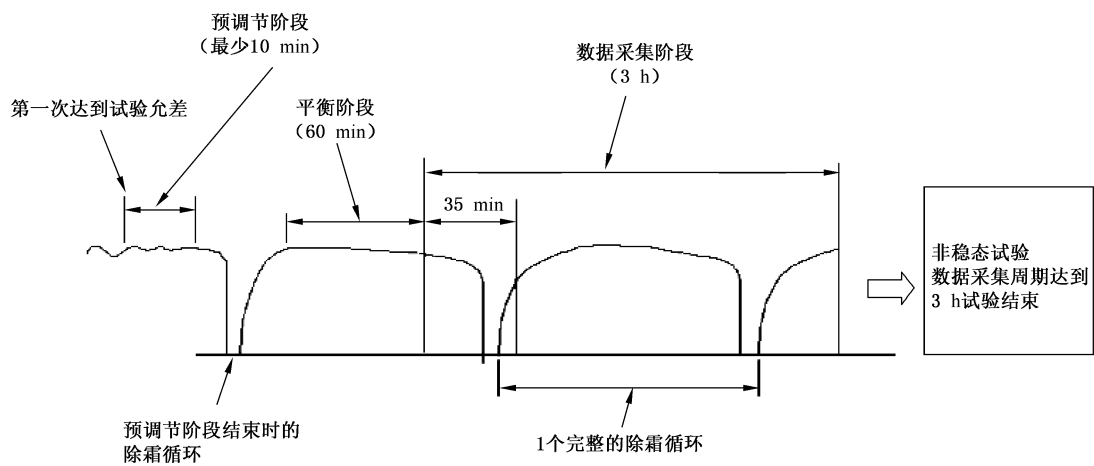


图 D.4 在数据采集阶段出现 1 个完整的除霜循环的非稳态制热量试验

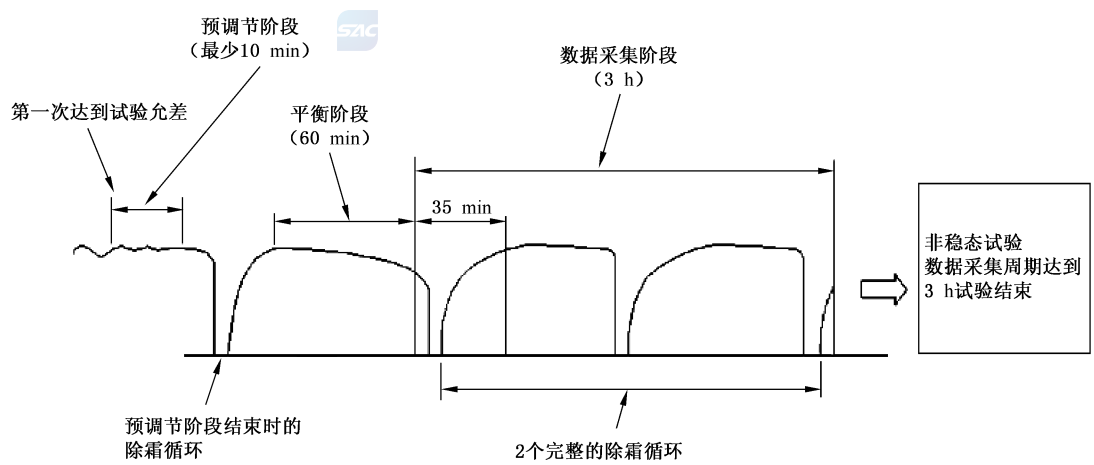


图 D.5 数据采集阶段出现 2 个完整的除霜循环的非稳态制热量试验

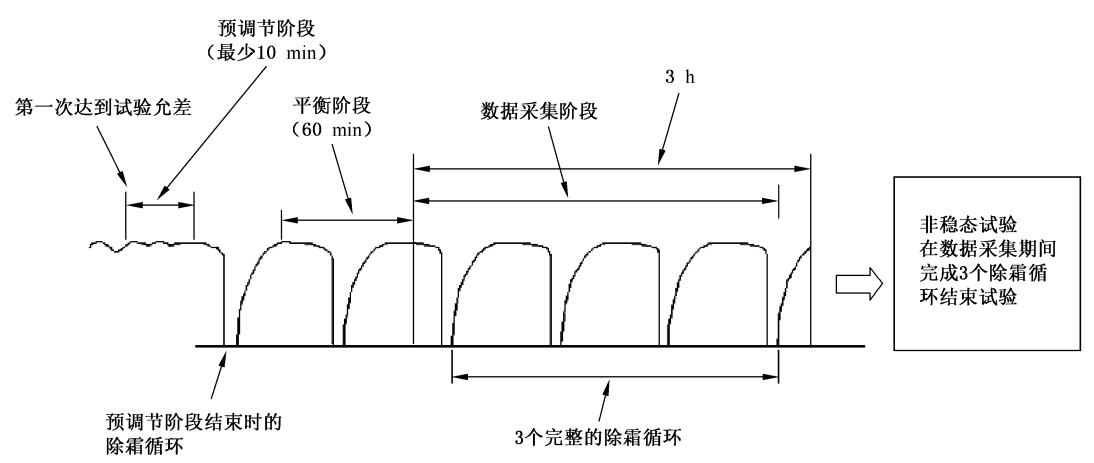


图 D.6 数据采集阶段出现 3 个完整的除霜循环的非稳态制热量试验