

ICS 27.010

CCS F 01



中华人民共和国国家标准

GB 21455—××××

代替GB 21455-2019

房间空气调节器能效限定值及能效等级

Minimum allowable values of the energy efficiency and energy
efficiency grades for room air conditioners

(征求意见稿)

××××-××-××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

目次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 能效等级	2
5 技术要求	3
6 试验方法	5
7 标准的实施	6
附录 A（规范性附录） 房间空气调节器制冷和制热季节运行时的室外环境各温度发生时间.....	11
附录 B（规范性附录） 房间空气调节器制冷季节动态能源消耗效率（DSEER）、制热季节动态能源消耗效率（DHSPF）、全年动态能源消耗效率（DAPF）试验与计算方法.....	12
附录 C（规范性附录） 房间空气调节器制冷和制热季节运行时的虚拟负荷模型.....	28
附录 D（规范性附录） 防避规模式检验试验.....	33
附录 E（规范性附录） 房间空气调节器性能动态测量试验装置技术要求.....	38
附录 F（规范性附录） 动态能效测试操作流程.....	50
附录 G（规范性附录） 空调器对智能电网信号响应功能试验方法.....	54
附录 H（规范性附录） 空调器常用制冷剂全球变暖潜值(GWP)	59

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。

本文件代替 GB 21455-2019《房间空气调节器能效限定值及能效等级》。与 GB 21455-2019 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 1) 增加了全年动态能源消耗效率等术语和定义（见第3章）；
- 2) 对能效等级指标进行了修订（见第4章）；
- 3) 产品的能效限定值进行了修订（见5.1）；
- 4) 对性能系数的试验方法进行了修订（见第6章）；
- 5) 增加了文件的实施要求（见第7章）；
- 6) 增加了动态综合能效指数（CAPF）试验与计算方法（见附录A、附录B、附录C）。

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。

本文件及其所代替标准的历次版本发布情况为：

- 1989年首次发布为 GB 12021.3-1989，2000年第一次修订，2004年第二次修订，2010年第三次修订，2019年第四次修订；
- 2008年首次发布为 GB 21455-2008，2013年第一次修订，2019年第二次修订；
- 本次为第五次修订。

房间空气调节器能效限定值及能效等级

1 范围

本文件规定了房间空气调节器的能效等级、能效限定值、试验方法及文件的实施要求。

本文件适用于采用空气冷却冷凝器、全封闭电动压缩机，额定制冷量不大于 14000W、气候类型为 T1 的房间空气调节器和名义制热量不大于 14000W 的低环境温度空气源热泵热风机。

本文件不适用于移动式空调器、多联式空调（热泵）机组；风管送风式空调（热泵）机组、厨房空调器。

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 7725-2022 房间空气调节器

GB/T 35758-2017 家用电器待机功率测量方法

JB/T 13573-2018 低环境温度空气源热泵热风机

GB/T 37292-2019 试验用空气焓值法试验装置通用技术要求

3 术语和定义

GB/T 7725-2022、JB/T 13573-2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

房间空气调节器能效限定值 **minimum allowable values of energy efficiency for room air-conditioners**

在规定工况条件下制冷和制热运行时，能源消耗效率的最小允许值。

3.2

低环境温度空气源热泵热风机能效限定值 **minimum allowable values of energy efficiency for low ambient temperature air source heat pump air heaters**

在规定工况条件下制热运行时，制热季节性能系数的最小允许值。

3.3

待机功率 **energy consumption in standby mode**

产品接通电源但处于非工作状态的模式下的功率。该模式是器具的最低能耗模式，在待机状态下器具随时监测来自遥控装置、内部传感器或类似装置的可使其进入工作状态的控制信号。

注：该模式下不包含曲轴箱加热器等类似功能保护装置的输入功率。

3.4

房间空气调节器性能动态试验 **dynamic performance measurements of room air-conditioners**

根据实验室的进风条件，使用被测设备本地控制策略主动调控室内环境参数，使其满足当前室外环境参数、负荷条件下的室内环境参数要求，并实时测试制冷（热）量和消耗功率。动态试验不能人为使用固定的压缩机频率、膨胀阀开度、外风机转速等进行测试，室内机的风档设置为最高风档。

3.5

全年动态能源消耗效率 **dynamic annual performance factor**

DAPF

空调器在制冷季节和制热季节期间动态运行时，从室内空气中除去的热量与送入室内的热量的总和与同期间内耗电量的总和之比。

3.6

全年动态总体（协同）能效指数 **total dynamic annual performance index**

TAPF

对于采用 $GWP > 150$ 制冷剂的房间空气调节器，在全年动态能源消耗效率（DAPF）基础上，考虑智能电网信号响应的影响之后的能源消耗效率。

3.7

全年动态综合能效指数 **comprehensive dynamic annual performance index**

CAPF

对于采用 $GWP \leq 150$ 制冷剂的房间空气调节器，在全年动态能源消耗效率（DAPF）基础上，综合考虑制冷剂碳排放系数、智能电网信号响应的影响之后的能源消耗效率。

3.8

制冷季节动态总体能效指数 **total dynamic seasonal energy efficiency ratio**

TSEER

对于采用 $GWP > 150$ 制冷剂的房间空气调节器，在制冷季节动态能源消耗效率（DSEER）的基础上，考虑智能电网信号响应的影响之后的能源消耗效率。

3.9

制冷季节动态综合能效指数 **comprehensive dynamic seasonal energy efficiency ratio**

CSEER

对于采用 $GWP \leq 150$ 制冷剂的单冷式房间空气调节器, 在制冷季节动态能效指数(DSEER)的基础上, 考虑制冷剂碳排放系数、智能电网信号响应的影响之后的能源消耗效率。

3.10

制冷剂碳排放系数 carbon emission factor

CEF

制冷剂在使用过程中产生的温室气体排放量系数。

注: 用于对全年动态能源消耗效率进行修正

3.11

智能电网信号响应功能 smart grid signal response function

空调器通过内置或外置通信模块, 接收并响应智能电网或能源管理系统发出的信号, 从而调整自身运行状态, 以实现电网调节、能效提升或成本节约的功能。

注: 带有智能电网信号响应功能的空调器应有启用该功能所需的所有元件(硬件、软件)响应消费者授权的能源相关命令的通信, 这些元件可以是内置也可以外置, 能够支持开放通信协议以实现与其他设备互操作, 供消费者授权的第三方访问这些功能。

3.12

辅助电热装置 supplementary electrical heating devices

使用电加热, 并将该热量作为送入室内制热量的一部分的电热装置。

4 能效等级

4.1 房间空气调节器能效等级

4.1.1 房间空气调节器能效等级分为 3 级, 其中 1 级能效等级最高。

4.1.2 采用 $GWP > 150$ 制冷剂且不具有智能电网响应功能的房间空气调节器

对于采用 $GWP > 150$ 制冷剂且不具有智能电网响应功能的分体式热泵型房间空气调节器, 根据产品的全年动态能源消耗效率(DAPF)对产品能效分级, 各能效等级全年动态能源消耗效率值(DAPF)应不小于表 1 规定。

表 1 采用 $GWP > 150$ 制冷剂且不具有智能电网响应功能的分体式热泵型房间空气调节器能效等级指标值

额定制冷量 (CC) W	全年动态能源消耗效率 (DAPF) (W·h) / (W·h)			超低温制热 准入值
	能效等级			
	1 级	2 级	3 级	-
$CC \leq 4500$	5.50	5.00	4.50	100%
$4500 < CC \leq 7100$	5.30	4.80	4.30	90%
$7100 < CC \leq 14000$	5.20	4.70	4.20	80%

注: 超低温制热准入值=超低温制热量÷额定制冷量标注值×100%。

对于采用 GWP>150 制冷剂且不具有智能电网响应功能的分体式单冷型房间空气调节器，根据产品的制冷季节动态能源消耗效率（DSEER）对产品能效分级，各能效等级制冷季节动态能源消耗效率（DSEER）不小于表 2 规定。

表 2 采用 GWP>150 制冷剂且不具有智能电网响应功能的分体式单冷型房间空气调节器能效等级指标值

额定制冷量 (CC) W	制冷季节动态能源消耗效率 (DSEER) (W·h) / (W·h)		
	能效等级		
	1 级	2 级	3 级
CC≤4500	8.40	7.90	7.40
4500<CC≤7100	8.00	7.50	7.00
7100<CC≤14000	7.60	7.10	6.60

4.1.3 采用 GWP>150 制冷剂且具有智能电网响应功能的房间空气调节器

对于采用 GWP>150 制冷剂且具有智能电网响应功能的分体式热泵型房间空气调节器，根据产品的全年动态总体（协同）能效指数（TAPF）对产品能效分级，各能效等级全年动态总体（协同）能效指数（TAPF）应不小于表 3 规定。

表 3 采用 GWP>150 制冷剂且具有智能电网响应功能的分体式热泵型房间空气调节器能效等级指标值

额定制冷量 (CC) W	全年动态总体（协同）能效指数 (TAPF) (W·h) / (W·h)			超低温制热 准入值
	能效等级			
	1 级	2 级	3 级	-
CC≤4500	5.60	5.10	4.60	100%
4500<CC≤7100	5.40	4.90	4.40	90%
7100<CC≤14000	5.30	4.80	4.30	80%

注：超低温制热准入值=超低温制热量÷额定制冷量标注值×100%。

对于采用 GWP>150 制冷剂且具有智能电网响应功能的分体式单冷型房间空气调节器，根据产品的制冷季节动态总体能效指数（TSEER）对产品能效分级，各能效等级制冷季节动态总体能效指数（TSEER）不小于表 4 规定。

表 4 采用 GWP>150 制冷剂且具有智能电网响应功能的分体式单冷型房间空气调节器能效等级指标值

额定制冷量 (CC) W	制冷季节动态总体能效指数 (TSEER) (W·h) / (W·h)
	能效等级

	1 级	2 级	3 级
CC≤4500	8.50	8.00	7.50
4500<CC≤7100	8.10	7.60	7.10
7100<CC≤14000	7.70	7.60	7.10

4.1.4 采用 GWP≤150 制冷剂的房间空气调节器

对于采用 GWP≤150 制冷剂的分体式热泵型房间空气调节器，根据产品的全年动态综合能效指数（CAPF）对产品能效分级，各能效等级全年动态综合能效指数（CAPF）应不小于表 5 规定。

表 5 采用 GWP≤150 制冷剂分体式热泵型房间空气调节器能效等级指标值

额定制冷量 (CC) W	全年动态综合能效指数 (CAPF) (W·h) / (W·h)			超低温制热 准入值
	能效等级			
	1 级	2 级	3 级	-
CC≤4500	5.80	5.30	4.80	100%
4500<CC≤7100	5.60	5.10	4.60	90%
7100<CC≤14000	5.50	5.00	4.50	80%

注：超低温制热准入值=超低温制热量÷额定制冷量标注值×100%。

对于采用 GWP≤150 制冷剂的分体式单冷型房间空气调节器，根据产品的制冷季节动态综合能效指数（CSEER）对产品能效分级，各能效等级制冷季节动态综合能效指数（CSEER）不小于表 6 规定。

表 6 采用 GWP≤150 制冷剂分体式单冷型房间空气调节器能效等级指标值

额定制冷量 (CC) W	制冷季节动态总体能效指数 (CSEER) (W·h) / (W·h)		
	能效等级		
	1 级	2 级	3 级
CC≤4500	8.80	8.30	7.80
4500<CC≤7100	8.40	7.90	7.40
7100<CC≤14000	8.00	7.50	7.00

4.2 低环境温度空气源热泵热风机能效等级

4.2.1 低环境温度空气源热泵热风机根据产品的实测制热季节性能系数（HSPF）对产品能效分级，其能效等级分为 3 级，其中 1 级能效等级最高。

4.2.2 各能效等级实测制热季节性能系数（HSPF）应不小于表 7 的规定。

表 7 低环境温度空气源热泵热风机能效等级指标值

名义制热量 (HC) W	制热季节性能系数 (HSPF) (W·h) / (W·h)
-----------------	----------------------------------

	能效等级		
	1 级	2 级	3 级
$HC \leq 4500$	3.60	3.40	3.20
$4500 < HC \leq 7100$	3.50	3.30	3.10
$7100 < HC \leq 14000$	3.40	3.20	3.00

5 技术要求

5.1 能效限定值

5.1.1 采用 $GWP > 150$ 制冷剂且不具有智能电网响应功能的房间空气调节器

采用 $GWP > 150$ 制冷剂且不具有智能电网响应功能的分体式热泵型房间空气调节器的全年动态能源消耗效率 (DAPF) 应不小于表 1 能效等级 3 级指标值, 并且超低温制热量满足准入值要求。

采用 $GWP > 150$ 制冷剂且不具有智能电网响应功能的分体式单冷型房间空气调节器的制冷季节动态能源消耗效率 (DSEER) 应不小于表 2 能效等级 3 级指标值。

5.1.2 采用 $GWP > 150$ 制冷剂且具有智能电网响应功能的房间空气调节器

采用 $GWP > 150$ 制冷剂且具有智能电网响应功能的分体式热泵型房间空气调节器的全年动态总体 (协同) 能效指数 (TAPF) 应不小于表 3 能效等级 3 级指标值, 并且超低温制热量满足准入值要求。

采用 $GWP > 150$ 制冷剂且具有智能电网响应功能的分体式单冷型房间空气调节器的制冷季节动态总体 (协同) 能效指数 (TSEER) 应不小于表 4 能效等级 3 级指标值。

5.1.3 采用 $GWP \leq 150$ 制冷剂的房间空气调节器

采用 $GWP \leq 150$ 制冷剂的热泵型房间空气调节器的全年动态综合能效指数 (CAPF) 应不小于表 5 能效等级 3 级指标值, 并且超低温制热量满足准入值要求。

采用 $GWP \leq 150$ 制冷剂的单冷式房间空气调节器的制冷季节动态综合能效指数 (CSEER) 应不小于表 6 能效等级 3 级指标值。

5.1.4 低环境温度空气源热泵热风机

低环境温度空气源热泵热风机的制热季节性能系数 (HSPF) 应不小于表 7 能效等级 3 级指标值。并且其名义制热性能系数 ($COP_{-12^{\circ}C}$) 不应低于 2.20; 低温制热性能系数 ($COP_{-20^{\circ}C}$) 不应低于 1.80; 具有辅助电热装置的机型在室外 $-25^{\circ}C$ 开启辅助电热装置制热时, 综合 COP 值不低于 1.80。

5.2 辅助电热装置

5.2.1 具有辅助电热装置的房间空气调节器产品, 在室外侧干球温度低于 $0^{\circ}C$ 情况下, 允许使

用辅助电热装置作为送入室内制热量的一部分,辅助电热装置输入的功率不高于产品额定制冷量标注值的 30%。

具有辅助电热装置的房间空气调节器产品,须进行超低温制热试验,在超低温制热试验工况下,须开启辅助电热装置,超低温制热量不应低于产品额定制冷量标注值的 100%,且超低温制热性能系数(综合 COP_{-7℃})不应低于 3.20。

不具有辅助电热装置的房间空气调节器产品,须进行超低温制热试验,超低温制热量不应低于表 1、表 3、表 5 相对应产品的超低温制热准入值。

5.2.2 采用辅助电热装置的产品,应能够实现手动开、闭辅助电热装置,同时应在明显位置安装有表达辅助电热装置工作状态的显示器。

5.2.3 对于低环境温度空气源热泵热风机,在室外侧干球温度低于-20℃的情况下,在辅助电热装置开启状态时允许辅助电热装置启动;对于辅助电热装置由用户选配,但控制器预留接口,辅助电热装置的启、停受机组控制,应在说明书(或操作手册)中说明辅助电热装置开、闭方法。

5.3 待机功率

5.3.1 额定制冷量为 4500W 及以下的产品,不带有智能交互功能(或智能交互功能可完全关闭)的,其待机功率不大于 3W。

注:智能交互功能包括但不限于传感器、无线通信(Wi-Fi、蓝牙等)、语音模块、显示屏幕、远程控制模块等。

5.3.2 额定制冷量为 4500W 及以下的产品,带有智能交互功能且功能不可完全关闭的,待机功率应符合以下要求:

具备基础智能交互功能(如单一无线通信、基础传感器)的产品,待机功率不大于 8W;具备增强智能交互功能(包括多模通信融合、语音交互、场景联动模块等,但不包括交互显示屏)的产品,待机功率不大于 12W。

5.4 允差

5.4.1 产品的能效标注值应不小于其额定能效等级所对应的指标规定值,并在其额定能效等级对应的取值范围内。

产品的能效实际测试值应不小于标注值的 95%,且不应小于其额定能效等级对应的能效指标值。

5.4.2 房间空气调节器标注的额定制冷量和其实测值应在其额定能效等级对应的额定制冷量范围内。产品的额定制冷量的实测值如超出其额定能效等级对应的名义制冷量范围,进入到相邻的额定制冷量范围,用其中对能效等级判定不利的额定制冷量范围对能效等级和能效指标进行符合性判定。

5.4.3 低环境温度空气源热泵热风机标注的名义制热量和其实测值应在其额定能效等级对应的名义制热量范围内。

5.4.4 单冷型房间空气调节器的实测制冷季节动态耗电量 DCSTE、低环境温度空气源热泵热风机的制热季节耗电量 HSTE、热泵型房间空气调节器的全年动态耗电量 DAPC 计算值应小于等于标注值的 110%。

6 试验方法

6.1 房间空气调节器试验方法

6.1.1 能源消耗效率测试与计算方法

房间空气调节器制冷季节动态能源消耗效率 (DSEER)、制热季节动态能源消耗效率 (DHSPF)、全年动态能源消耗效率 (DAPF)、制冷季节动态总体 (协同) 能效指数 (TSEER)、制冷季节动态综合能效指数 (CSEER)、全年动态总体 (协同) 能效指数 (TAPF) 和全年动态综合能效指数 (CAPF) 试验与计算方法按照附录 B 的相关规定执行。

制冷季节动态能源消耗效率 (DSEER) 和制冷季节耗电量、制热季节动态能源消耗效率 (DHSPF) 和制热季节耗电量、全年动态能源消耗效率 (DAPF) 和全年运转时季节耗电量的计算采用本文件附录 A 中规定的制冷和制热季节运行时的室外环境各温度发生时间。

制冷季节动态能源消耗效率 (DSEER)、制热季节动态能源消耗效率 (DHSPF)、全年动态能源消耗效率 (DAPF)、制冷季节动态总体 (协同) 能效指数 (TSEER)、制冷季节动态综合能效指数 (CSEER)、全年动态总体 (协同) 能效指数 (TAPF) 和全年动态综合能效指数 (CAPF) 实测值保留两位小数。

6.1.2 辅助电热装置控制开启检测方法

产品在所有可制热的模式下, 在使用说明书任意相关设定下, 保持室内侧进风干球温度 16℃ 不变, 室外干球温度分别调整为: 2℃→0℃→1℃→5℃→10℃, 每调整到一温度点稳定后各运行 10 min, 期间记录辅助电热装置的通过电流, 随室外干球温度升降的变化情况, 观察辅助电热装置是否启动。

6.1.3 辅助电热装置功率测试方法及开启辅助电热装置的超低温制热测试方法

辅助电热装置功率按照 GB/T 7725-2022 的 6.3.6 规定进行测试。开启辅助电热装置的超低温制热量和性能系数按照附录 B 的相关规定执行。

6.1.4 待机功率测试与计算方法

待机功率按照 GB/T 35758-2017 的规定进行测试。试验期间, 试验室环境温度应保持在 (23±5)℃。功率测量仪表的测量扩展不确定度应不大于 0.02W (95%置信区间), 仪器的分

度值应至少能读出 0.01 W。空调器连接电源开机制冷运行至少 10 min 后关机使空调器进入待机模式，在关机至少 30 min 后进行待机功率的测试，测试时间为 30 min，数据采集的平均间隔应为每 10 s 或更短，读取测量周期内的平均功率值，单位为瓦（W），试验结果保留 1 位小数。

注：功率值可通过测量耗电量除以测量时间获得。

6.1.5 额定制冷量

空调器额定制冷量按照 GB/T 7725-2022 的 6.3.2.1 测试。

6.2 低环境温度空气源热泵热风机试验方法

6.2.1 能源消耗效率测试与计算方法

制热季节性能系数（HSPF）、名义制热性能系数（COP_{-12℃}）、低温制热性能系数（COP_{-20℃}）的测试方法按照 JB/T13573-2018 的相关规定执行；制热季节需要制热的各温度的发生时间按照 JB/T13573-2018 表 D.2 的规定执行。

在 JB/T 13573-2018 规定的低温制热试验方法最小运行制热工况（室内设为 16℃）下，开启辅助电热装置，测试计算综合性能系数（COP_Z）。综合性能系数（COP_Z）按照公式（1）计算：

$$COP_Z = \frac{(\varphi_{heat} + \varphi_e)}{(P_{heat} + P_e)} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

COP_Z—综合性能系数，W/W；

φ_{heat} —空调器低温制热试验方法最小运行制热工况下的热泵制热量，W；

φ_e —空调器低温制热试验方法最小运行制热工况下的电制热量，W；

P_{heat} —空调器低温制热试验方法最小运行制热工况下的热泵制热消耗功率，W；

P_e —空调器低温制热试验方法最小运行制热工况下的电制热消耗功率，W。

6.2.2 电辅助加热控制开启检测方法

对于内置电辅助加热系统的机组将辅助电加热设置为开启状态，在制热模式下，按遥控器默认设置，保持室内侧进风干球温度为 16℃ 不变，最高风挡，室内出风温度设置为机组额定出风温度，室外干球温度分别调整为：-18℃→-20℃→-19℃→-15℃，每调整到一温度点稳定后至少再运行 10 min 或厂家提供的时间，期间记录辅助电加热系统的通过电流，随室外干球温度升降的变化情况，观察电辅助加热系统是否启动。

6.2.3 待机功率测试与计算方法

待机功率按照 GB/T 35758-2017 的规定进行测试。试验期间，试验室环境温度应保持在（23±5）℃。功率测量仪表的测量扩展不确定度应不大于 0.02W（95%置信区间），仪器的分

度值应至少能读出 0.01 W。空调器连接电源开机制热运行至少 10 min 后关机使空调器进入待机模式，在关机至少 30 min 后进行待机功率的测试，测试时间为 30 min，数据采集的平均间隔应为每 10 s 或更短，读取测量周期内的平均功率值，单位为：W，试验结果保留 1 位小数。

注：功率值可通过测量耗电量除以测量时间获得。

7 文件的实施

在本文件实施之日前生产或进口产品的销售，只准许延迟到本文件实施之日起第 24 个月前。

附 录 A
(规范性附录)

房间空气调节器制冷和制热季节运行时的室外环境各温度发生时间

A.1 制冷季节动态能源消耗效率（DSEER）和制冷季节耗电量的计算采用表 A.1 中规定的制冷季节需要制冷的各温度发生时间。

表 A.1 制冷工况运行时室外环境各温度发生时间

温度 $t_j/^\circ\text{C}$	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	合计
时间 n_j/h	101	131	166	180	169	140	131	122	97	74	51	32	17	8	3	1	1423

A.2 制热季节动态能源消耗效率（DHSPF）和制热季节耗电量的计算采用表 A.2 中规定的制热季节需要制热的各温度发生时间。

表 A.2 制热工况运行时室外环境各温度发生时间

温度 $t_j/^\circ\text{C}$	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
时间 n_j/h	2	4	5	7	8	13	19	24	27	29	36	37	37	44	48	44	39	38	32	22	16	13	544

附录 B (规范性附录)

房间空气调节器制冷季节动态能源消耗效率(DSEER)、制热季节动态能源消耗效率(DHSPF)、
全年动态能源消耗效率(DAPF)、制冷季节动态总体能效指数(TSEER)、制冷季节动态综合
能效指数(CSEER)、全年动态总体能效指数(TAPF)和全年动态综合能效指数(CAPF)
试验与计算方法

B.1 术语和定义

B.1.1 全年动态能源消耗效率 DAPF

空调器在制冷季节和制热季节期间动态运行时,从室内空气中除去的热量与送入室内的热量的总和与同期间内耗电量的总和之比。

B.1.2 制冷季节动态能源消耗效率 DSEER

空调器在制冷季节动态运行时,从室内空气中除去的热量总和与耗电量的总和之比。

B.1.3 制热季节动态能源消耗效率 DHSPF

空调器在制热季节动态运行时,送入室内的热量总和与耗电量的总和之比。

B.1.4 制冷季节动态制冷量 DCSTL

空调器在制冷季节动态运行时,从室内空气中除去的热量总和。

B.1.5 制热季节动态制热量 DHSTL

空调器在制热季节动态运行时,送入室内的热量总和。

B.1.6 制冷季节动态耗电量 DCSTE

空调器在制冷季节动态运行时,耗电量的总和。

B.1.7 制热季节动态耗电量 DHSTE

空调器在制热季节动态运行时,耗电量的总和。

B.1.8 全年动态耗电量 DAPC

制冷季节动态耗电量与制热季节动态耗电量之和。

B.1.9 启动阶段

制冷测试工况:室内干球温度设定值首次在时刻 t 之后的连续30min内均不高于 27.5°C ,则判定空调器进入维温阶段,时刻 t 及之前为启动阶段。

制热测试工况:室内干球温度设定值首次在时刻 t 之后的连续30min内均不低于 19.5°C ,则判定空调器进入维温阶段,时刻 t 及之前为启动阶段。

B.1.10 维温阶段

制冷测试工况：室内干球温度设定值首次在时刻 t 之后的连续 30min 内均不高于 27.5°C ，则判定空调器进入维温阶段，时刻 t 之后为维温阶段。

制热测试工况：室内干球温度设定值首次在时刻 t 之后的连续 30min 内均不低于 19.5°C ，则判定空调器进入维温阶段，时刻 t 之后为维温阶段。

B.1.11 启动阶段制冷量

启动阶段的总制冷量积分值与启动阶段时长之比。

B.1.12 维温阶段制冷量

维温阶段的总制冷量积分值与维温阶段时长之比。

B.1.13 启动阶段制冷功率

启动阶段的总制冷功率积分值与启动阶段时长之比。

B.1.14 维温阶段制冷功率

维温阶段的总制冷功率积分值与维温阶段时长之比。

B.1.15 周期动态制冷量（制热量）

在制冷或制热动态运行测试完成后，将空调器整个动态试验的制冷量或者制热量积分值与 4 小时之比。

B.1.16 周期动态制冷功率（制热功率）

在制冷或制热动态运行测试完成后，将空调器整个动态试验的制冷功率或者制热功率积分值与 4 小时之比。

B.1.17 前馈补偿器

调整虚拟负荷模型计算的温度目标值的软件。通过前馈补偿算法对虚拟负荷模型计算的温度目标值进行调节，以减小室内侧温度控制的延迟和超调，改善动态测试过程中的温度跟随性进而提高测试复现性。

B.2 符号

TAPF——全年动态总体能效指数；

CAPF——全年动态综合能效指数；

TSEER——制冷季节动态总体能效指数；

CSEER——制冷季节动态综合能效指数；

DAPF——全年动态能源消耗效率；

DAPC——全年动态耗电量 ($\text{W}\cdot\text{h}$)；

DSEER——制冷季节动态能源消耗效率；
 DCSTL——制冷季节动态制冷量（W·h）；
 DCSTE——制冷季节动态耗电量（W·h）；
 DHSPF——制热季节动态能源消耗效率；
 DHSTL——制热季节动态制热量（W·h）；
 DHSTE——制热季节动态耗电量（W·h）；
 $Q_{ful,c}(35)$ ——室外温度 35°C 的产品额定制冷量标注值，（W）；
 $n(t_j)$ ——制冷/制热工况运行时室外环境 t_j 的发生时间（h）；
 $BL_c(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的稳态房间制冷负荷（W）；
 $BL_h(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的稳态房间制热负荷（W）；
 $P_c(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的周期制冷功率（W）；
 $P_c(27)$ ——室外环境温度为 27°C 时的周期制冷功率（W）；
 $P_c(30)$ ——室外环境温度为 30°C 时的周期制冷功率（W）；
 $P_c(35)$ ——室外环境温度为 35°C 时的周期制冷功率（W）；
 $P_h(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的周期制热功率（W）；
 $P_h(-2)$ ——室外环境温度为 -2°C 时的周期制热功率（W）；
 $P_h(2)$ ——室外环境温度为 2°C 时的周期制热功率（W）；
 $P_h(7)$ ——室外环境温度为 7°C 时的周期制热功率（W）；
 P_{air} ——大气压力（Pa），为 101325 Pa；
 Q_c ——制冷测试空调能力（W）；
 Q_h ——制热测试空调能力（W）；
 $Q_c(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的周期制冷量（W）；
 $Q_c(27)$ ——室外环境温度为 27°C 时的周期制冷量（W）；
 $Q_c(30)$ ——室外环境温度为 30°C 时的周期制冷量（W）；
 $Q_c(35)$ ——室外环境温度为 35°C 时的周期制冷量（W）；
 $Q_h(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的周期制热量（W）；
 $Q_h(-2)$ ——室外环境温度为 -2°C 时的周期制热量（W）；
 $Q_h(2)$ ——室外环境温度为 2°C 时的周期制热量（W）；
 $Q_h(7)$ ——室外环境温度为 7°C 时的周期制热量（W）；
 t_j ——制冷/制热工况运行时室外环境温度（°C）；

B.3 试验

B.3.1 试验条件

B.3.1.1 基本要求

GB/T 7725-2022 的 6.1 中除增加下述内容外，均适用。

房间空气调节器性能动态测量的试验装置符合附录 E 和 GB/T 7725-2022 附录 D.3 要求。

B.3.1.2 试验工况

动态试验工况见表 B.1 规定。

表 B.1 动态能效试验工况

	运行负荷	SHR	室内侧初始工况		室内侧目标工况		室外侧工况		
			干球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	干球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	干球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	
制冷	A	$BL_c(35) \times 100\%$	0.8	32	28	27	-	35	24
	B	$BL_c(35) \times 58\%$	0.8	30	26	27	-	30	20
	C	$BL_c(35) \times 33\%$	0.9	28	24	27	-	27	18
制热	A	$BL_h(-2) \times 100\%$	-	12	-	20	-	-2	-4
	B	$BL_h(-2) \times 76\%$	-	14	-	20	-	2	1
	C	$BL_h(-2) \times 47\%$	-	16	-	20	-	7	6

注 1: 100%动态制热负荷 $BL_h(-2)$ 由 100%动态制冷负荷 $BL_c(35)$ 和热冷比 HCR 确定, $BL_h(-2) = BL_c(35) \times HCR$,
HCR = 1.3;

注 2: 100%动态制冷负荷 $BL_c(35)$ 由额定制冷量标注值 $Q_{ful,c}(35)$ 和负荷比 SR 确定, $BL_c(35) = Q_{ful,c}(35)/SR$;

注 3: 负荷比表征空调器的额定制冷量标注值与 100%制冷负荷之间的关系, SR = 1.33。

B.3.1.3 试验允差

B.3.1.3.1 初始工况允差

表 B.2 初始工况允差

单位: °C

项目		室内侧		室外侧	
		干球	湿球	干球	湿球
动态测试初始 工况	最大偏差	±0.5	±0.3	±0.5	±0.3
	平均偏差	±0.3	±0.2	±0.3	±0.2

B.3.1.3.2 动态工况允差

表 B.3 动态工况允差

单位: °C

读数		制冷		制热	
		连续运行 瞬时值 ^a	开机 ^b 、停机 ^c 瞬时值	连续运行 瞬时值 ^a	开机 ^b 、停机 ^c 、化霜 ^d 瞬时值
室内侧空气温度	干球	±0.5	±1.0	±0.5	±1.0
	湿球	±0.5	±1.0	—	—
室外侧空气温度	干球	±0.5	±1.0	±0.5	±1.0
	湿球	—	—	±0.5	±1.0

注：
a 室内侧干球温度和湿球温度的允差的计算方式：室内侧干/湿球温度的测量值与虚拟负荷模型输出的该时刻室内干/湿球温度的计算值之间的差值
b 开机瞬时值是指在动态试验开始并且运行达到 10min 内的温度测量瞬时值与设定值之间的差值
c 停机瞬时值是指在动态试验过程中，机组发生停机后 5min 内的温度测量瞬时值与设定值之间的差值
d 化霜瞬时值是指在机组出现逆向化霜时，从化霜开始到化霜结束后的 10min 之内的温度测量瞬时值与设定值之间的差值

B.3.2 试验要求

B.3.2.1 动态试验要求

- a) 每组试验开始前，按表 B.1 的试验工况调节室外干球温度、室外湿球温度、室内初始干球温度、室内初始湿球温度，工况允差满足表 B.2 要求，保证室内外动态试验初始工况稳定不低于 20 min。
- b) 动态试验初始工况稳定后，开启动态测试软件（开始数据交互），同时通过遥控器开启空调器。当空调器的功率超过其额定制冷量的 3.0%时，动态测试软件中的虚拟负荷模型开始动态调节室内环境温度，该时刻为动态试验的 0 时刻点。室内环境温度调节时间间隔不大于 10 s。
- c) 同一工况测试时，从动态试验开始到试验测试结束的时长最长为 4 h。
- d) 焓差试验室实时测量并记录空调能力、功率、室内干球温度、室内湿球温度、室外干球温度、室外湿球温度、除湿量等参数。
- e) 虚拟负荷模型获取焓差试验室实时测量的空调能力、室内干球温度、室内湿球温度、室外干球温度、室外湿球温度和除湿量，并基于上一时刻的室内干球设定温度计算输出下一时间间隔的室内干球温度和室内湿球温度目标值（或经过前馈补偿器修正后的目标值）传递给焓差试验室的温度控制器。
- f) 室内侧温度控制器收到虚拟负荷模型给出的（或经前馈补偿器修正后的）目标值后开始调节室内干球温度和室内湿球温度，实现室内干球温度和湿球温度的动态变化，虚拟负荷模型给出的设定值（如使用前馈补偿器，应使用修正前的值）与测量值之间的允差应满足表 B.3 要求。
- g) 测量结果保留两位小数。
- h) 制冷系统密封性能参照 GB/T 7725-2022 的 6.3.1 规定。

- i) 动态试验时，空调器禁止联网。
- j) 空调器在动态试验前应按照产品安装要求，完成在用户环境安装的所有操作流程。安装过程与用户实际安装过程保持一致，并且禁止使用用户识别码、功能键、长按键、组合键等方式激活空调使其进入动态试验模式。

B.3.2.2 空调器设置要求

- a) 制冷、制热试验过程中不可人为控制空调器室外机的风机转速、压缩机频率和节流装置的节流程度；采用的控制逻辑，应为被测空调器的市场销售产品所使用的控制逻辑，不是为试验专门设计的控制逻辑；被测空调器的运行状态应由本机控制逻辑确定，自动除霜控制不应被其他控制所取代。
- b) 制冷、制热试验过程中空调器室内机的风档设置为最高风档，导风板调整至最大出风角度位置，并且在动态试验过程中的室内风机转速不能高于噪音测试的室内风机最高转速（允许偏差为 50 转）。
- c) 关闭净化、除菌、节能等附加功能，电辅热默认出厂状态；制冷试验时，空调器处于“制冷模式”，制热试验时，空调器处于“制热模式”。
- d) 本文件规定表 B.1 中，制冷动态试验的遥控器设定温度为 27℃；制热动态试验的遥控器设定温度为 20℃。
- e) 动态试验前的温度、风量和导风板角度的设置，应由检测人员按照家用空调的常规设置方式设置（即通过“增加”和“减少”按钮设置），温度、风量和导风板角度的设置顺序不应做要求，禁止通过功能键、长按键或组合键设置。
- f) 空调遥控器设置一次后，动态试验过程中不允许再次设置。

B.3.2.3 空调器停机和化霜时的处理方法

- a) 在动态试验中，当空调器压缩机停机而内风机运行时，若此时空调器的能力计算（包括显冷量、潜冷量、制热量）为负值，应按照负值计入试验数据，不应归零。
- b) 在动态试验中，当空调器化霜时而室内机风机运行时，若此时空调器的能力计算为负值，应按照负值计入试验数据，不应归零。
- c) 在动态试验中，当化霜过程中空调器室内机风机停止运行，则应停止通过室内盘管的气流。化霜过程中空调器的能力计算值应计入试验数据，不应归零。

B.3.3 试验方法

B.3.3.1 基本要求

GB/T 7725-2022 的 6.3 中除相关内容被替代外，均适用。

B.3.3.2 制冷动态试验

制冷动态试验方法规定如下：

a) 虚拟负荷

动态能力测试时，根据表 B.1 给定的参数和附录 C 中的动态能力测试负荷模型公式确定，虚拟负荷随室内温度的变化而变化。

b) 启动阶段与维温阶段

室内干球温度设定值若首次在时刻 t 之后的连续 30min 内均不高于 27.5°C ，则判定空调进入维温阶段，时刻 t 为启动阶段结束与维温阶段开始的时间。

c) 动态试验的能力与功率计算方法

制冷动态试验的周期制冷量、周期制冷功率和周期制冷动态能效比根据 4 小时动态制冷试验过程的数据进行积分计算，详见 B.4.1.2。

d) 试验顺序

按照如下工况顺序依次进行试验：

制热 A——>制冷 A——>制冷 B——>制冷 C——>制热 B——>制热 C

单个试验工况完成后，开启送风模式并持续运行不少于 30min，随后关闭空调器，该试验工况结束，进行下一个试验工况的调节。下一个制冷动态试验的启动时间距离上一个制冷动态试验的结束时间应间隔 1 小时以上。

B.3.3.3 制热动态试验

制热动态试验方法规定如下：

a) 虚拟负荷

动态能力测试时，根据表 B.1 给定的参数和附录 C 中的动态能力测试负荷模型公式确定，虚拟负荷随室内温度的变化而变化。

b) 启动阶段与维温阶段

室内干球温度设定值若首次在时刻 t 之后的连续 30min 均不低于 19.5°C ，则判定空调进入维温阶段，时刻 t 为启动阶段结束与维温阶段开始的时间。

c) 动态试验的能力与功率计算方法

制热动态试验的周期制热量、周期制热功率和周期制热动态能效比根据 4 小时动态制热试验过程的数据进行积分计算，详见 B.4.2.2。

d) 试验顺序

按照如下工况顺序依次进行试验：

制热 A——>制冷 A——>制冷 B——>制冷 C——>制热 B——>制热 C

单个试验工况完成后，关闭空调器，进行下一个试验工况的调节。下一个制热动态试验的启动时间距离上一个制热动态试验的结束时间应间隔 1 小时以上。

B.3.3.4 超低温制热试验

超低温制热试验按照 GB/T 7725-2022 的附录 D 规定进行测试。

B.3.4 试验判断

B.3.4.1 试验有效性判断

试验应满足以下条件，否则该工况试验不合格：

- a) 在整个试验过程中，室内侧和室外侧的干球温度和湿球温度应满足表 B.3 的要求。
- b) 制冷动态试验中，制冷 A、制冷 B 和制冷 C 工况分别应在 40min、20min 和 10min 内进入维温阶段，维温阶段的瞬时室内干球温度设定值均不高于 27.5℃且不低于 25.5℃。
- c) 制热动态试验中，制热 A、制热 B 和制热 C 工况分别应在 60min、50min 和 25min 内进入维温阶段。制热 C 工况维温阶段的瞬时室内干球温度设定值均不低于 19.5℃且不高于 22℃；制热 A 和制热 B 工况维温阶段的室内干球温度设定值的平均值不低于 19.5℃且不高于 22℃，并且室内干球温度设定值的最低值不低于 16℃。

B.3.4.2 试验收敛判断和数据选取

动态试验不进行收敛判断。选取整个动态试验 4 小时的全部数据（包括停机、化霜等）进行能效计算。

B.4 季节动态能源消耗的计算

B.4.1 制冷季节动态能源消耗效率（DSEER）、制冷季节动态制冷量（DCSTL）、制冷季节动态耗电量（DCSTE）的计算

B.4.1.1 制冷季节动态能源消耗效率（DSEER）的计算

制冷季节动态能源消耗效率 DSEER 按照式（B.1）计算。

$$DSEER = \frac{DCSTL}{DCSTE} \quad (B.1)$$

式中：

DSEER——制冷季节动态能源消耗效率；

DCSTL——制冷季节动态制冷量（W·h）；

DCSTE——制冷季节动态耗电量（W·h）。

B.4.1.2 周期动态能效比计算

制冷动态试验中，周期制冷量、周期制冷功率和周期动态能效比根据 4 小时动态制冷试验过程的数据进行积分计算。

周期制冷量：

$$Q_c(t_j) = \frac{\int Q_c(\tau) d\tau}{4 \times 3600} \quad (\text{B.2})$$

周期制冷功率：

$$P_c(t_j) = \frac{\int P_c(\tau) d\tau}{4 \times 3600} \quad (\text{B.3})$$

周期制冷动态能效比：

$$DEER(t_j) = \frac{Q_c(t_j)}{P_c(t_j)} \quad (\text{B.4})$$

式中：

$Q_c(\tau)$ ——制冷动态试验的瞬时制冷量 (W)。

$Q_c(t_j)$ ——周期制冷量 (W)。

$P_c(\tau)$ ——制冷动态试验的瞬时功率 (W)。

$P_c(t_j)$ ——周期制冷功率 (W)。

$DEER(t_j)$ ——室外温度为 t_j 的周期制冷动态能效比。

B.4.1.3 制冷季节动态制冷量 (DCSTL) 的计算

制冷季节动态制冷量 DCSTL 按照式 (B.5-B.7) 计算：

$$DCSTL = \sum_{t_j=24}^{39} BL_c(t_j) \times n(t_j) \quad (\text{B.5})$$

$$BL_c(t_j) = \frac{BL_c(35)}{35 - 23} \cdot (T_j - 23) \quad (\text{B.6})$$

$$BL_c(35) = \frac{Q_{ful,c}(35)}{SR} \quad (\text{B.7})$$

式中：

DCSTL——制冷季节动态制冷量 (W·h)；

$BL_c(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的稳态房间制冷负荷 (W)；

t_j ——制冷工况运行时室外环境温度 (°C)，由附录 A 表 A.1 确定；

$n(t_j)$ ——制冷工况运行时室外环境温度 t_j 的发生时间 (h)，由附录 A 表 A.1 确定。

B.4.1.4 制冷季节动态耗电量 (DCSTE) 的计算

制冷季节动态耗电量 DCSTE 按照式 (B.8) 计算：

$$DCSTE = \sum_{t_j=24}^{39} \frac{BL_c(t_j)}{DEER(t_j)} \times n(t_j) \quad (\text{B.8})$$

a) $24^\circ\text{C} \leq t_j < 27^\circ\text{C}$ 时，周期动态能效比 $DEER(t_j)$ 按照式 (B.9) 计算：

$$DEER(t_j) = DEER(27) \quad (\text{B.9})$$

b) $27^\circ\text{C} \leq t_j \leq 30^\circ\text{C}$ 时，周期动态能效比 $DEER(t_j)$ 按照式 (B.10) 计算：

$$DEER(t_j) = DEER(27) + \frac{DEER(30) - DEER(27)}{30 - 27} \times (t_j - 27) \quad (\text{B.10})$$

c) $30^\circ\text{C} < t_j \leq 35^\circ\text{C}$ 时，周期动态能效比 $DEER(t_j)$ 按照式 (B.11) 计算：

$$DEER(t_j) = DEER(30) + \frac{DEER(35) - DEER(30)}{35 - 30} \times (t_j - 30) \quad (\text{B.11})$$

d) $35^\circ\text{C} < t_j \leq 39^\circ\text{C}$ 时，周期动态能效比 $DEER(t_j)$ 按照式 (B.12) 计算：

$$DEER(t_j) = DEER(35) \quad (\text{B.12})$$

式中：

DCSTE——制冷季节动态耗电量 (W·h)；

$DEER(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的周期动态能效比；

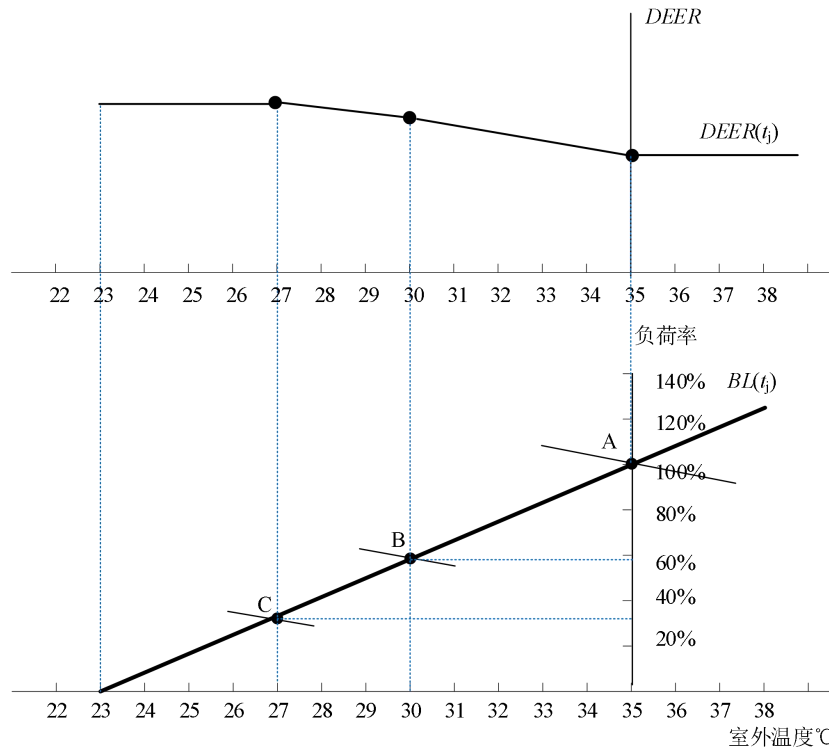
t_j ——制冷工况运行时室外环境温度 (°C)，由附录 A 表 A.1 确定；

$n(t_j)$ ——制冷工况运行时室外环境温度 t_j 的发生时间 (h)，由附录 A 表 A.1 确定；

$DEER(27)$ ——室外环境温度为 27°C 时的周期动态能效比；

$DEER(30)$ ——室外环境温度为 30°C 时的周期动态能效比；

$DEER(35)$ ——室外环境温度为 35°C 时的周期动态能效比。



B.4.2 制热季节动态能源消耗效率 (DHSPF)、制热季节动态制热量 (DHSTL)、制热季节动态耗电量 (DHSTE) 的计算

B.4.2.1 制热季节动态能源消耗效率 (DHSPF) 的计算

制热季节动态能源消耗效率 DHSPF 按照式 (B.13) 计算:

$$DHSPF = \frac{DHSTL}{DHSTE} \tag{B.13}$$

式中:

DHSPF——制热季节动态能源消耗效率;

DHSTL——制热季节动态制热量 (W·h);

DHSTE——制热季节动态耗电量 (W·h)。

B.4.2.2 周期动态能效比计算

制热动态试验中,周期制热量、周期制热功率和周期动态能效比根据 4 小时动态制热试验过程的数据进行积分计算。

周期制热量:

$$Q_h(t_j) = \frac{\int Q_h(\tau) d\tau}{4 \times 3600} \tag{B.14}$$

周期制热功率：

$$P_h(t_j) = \frac{\int P_h(\tau) d\tau}{4 \times 3600} \quad (\text{B.15})$$

周期制热动态能效比：

$$DCOP(t_j) = \frac{Q_h(t_j)}{P_h(t_j)} \quad (\text{B.16})$$

式中：

$Q_h(\tau)$ ——制热动态试验的瞬时制热量 (W)。

$Q_h(t_j)$ ——周期制热量 (W)。

$P_h(\tau)$ ——制热动态试验的瞬时功率 (W)。

$P_h(t_j)$ ——周期制热功率 (W)。

$DCOP(t_j)$ ——室外温度为 t_j 的周期制热动态能效比。

B.4.2.3 制热季节动态制热量 (DHSTL) 的计算

制热季节动态制热量 DHSTL 按照式 (B.17-B.19) 计算：

$$DHSTL = \sum_{t_j=-7}^{14} BL_h(t_j) \times n(t_j) \quad (\text{B.17})$$

$$BL_h(t_j) = \frac{BL_h(-2)}{(-2) - 15} \cdot (T_j - 15) \quad (\text{B.18})$$

$$BL_h(-2) = HCR \cdot BL_c(35) = HCR \cdot \frac{Q_{ful,c}(35)}{SR} \quad (\text{B.19})$$

式中：

DHSTL——制热季节动态制热量 (W·h)；

$BL_h(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的稳态房间制热负荷 (W)；

t_j ——制热工况运行时室外环境温度 (°C)，由附录 A 表 A.2 确定；

$n(t_j)$ ——制热工况运行时室外环境温度 t_j 的发生时间 (h)，由附录 A 表 A.2 确定；

$BL_h(-2)$ ——室外温度-2°C时的制热负荷，W；

HCR——热冷比，是房间在室外-2°C的热负荷 $BL_h(-2)$ 和房间在室外35°C的冷负荷 $BL_c(35)$ 之间的比值，取 1.3。

B.4.2.4 制热季节动态耗电量 (DHSTE) 的计算

制热季节动态耗电量 DHSTE 按照式 (B.20) 计算:

$$DHSTE = \sum_{t_j=-7}^{14} \frac{BL_h(t_j)}{DCOP(t_j)} \times n(t_j) \quad (\text{B.20})$$

a) $-7^\circ\text{C} \leq t_j < -2^\circ\text{C}$ 时, 周期动态能效比 $DCOP(t_j)$ 按照式 (B.21) 计算:

$$DCOP(t_j) = DCOP(-2) \quad (\text{B.21})$$

b) $-2^\circ\text{C} \leq t_j \leq 2^\circ\text{C}$ 时, 周期动态能效比 $DCOP(t_j)$ 按照式 (B.22) 计算:

$$DCOP(t_j) = DCOP(-2) + \frac{DCOP(2) - DCOP(-2)}{2 - (-2)} \times (t_j + 2) \quad (\text{B.22})$$

c) $2^\circ\text{C} < t_j \leq 7^\circ\text{C}$ 时, 周期动态能效比 $DCOP(t_j)$ 按照式 (B.23) 计算:

$$DCOP(t_j) = DCOP(2) + \frac{DCOP(7) - DCOP(2)}{7 - 2} \times (t_j - 2) \quad (\text{B.23})$$

d) $7^\circ\text{C} < t_j \leq 14^\circ\text{C}$ 时, 周期动态能效比 $DCOP(t_j)$ 按照式 (B.24) 计算:

$$DCOP(t_j) = DCOP(7) \quad (\text{B.24})$$

式中:

DHSTE——制热季节动态耗电量 ($\text{W}\cdot\text{h}$);

$DCOP(t_j)$ ——室外环境温度为 t_j 时的周期动态能效比;

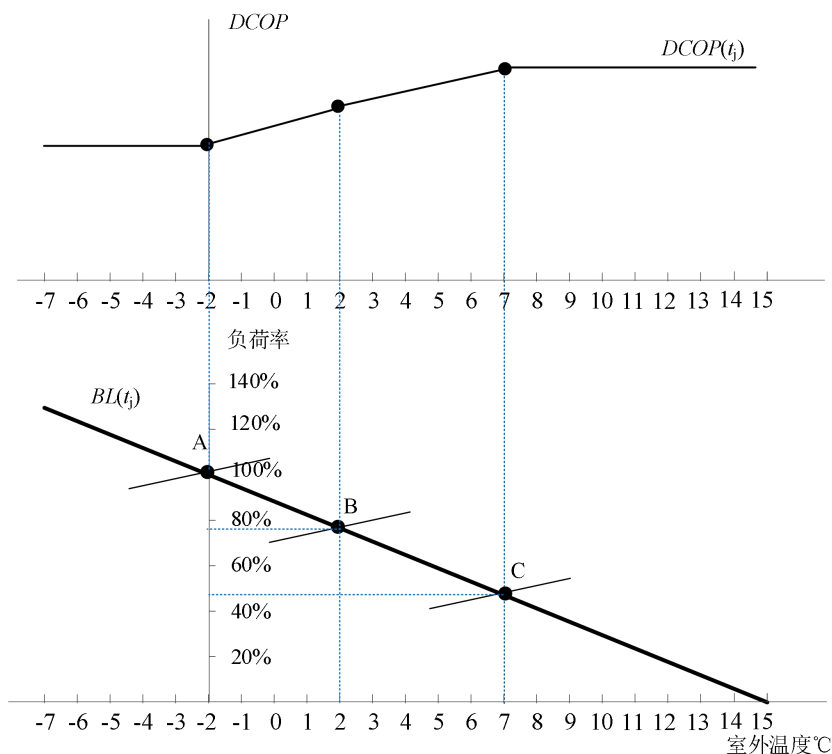
t_j ——制热工况运行时室外环境温度 ($^\circ\text{C}$), 由附录 A 表 A.2 确定;

$n(t_j)$ ——制热工况运行时室外环境温度 t_j 的发生时间 (h), 由附录 A 表 A.2 确定;

$DCOP(-2)$ ——室外环境温度为 $-2/-4^\circ\text{C}$ 时的周期动态能效比;

$DCOP(2)$ ——室外环境温度为 $2/1^\circ\text{C}$ 时的周期动态能效比;

$DCOP(7)$ ——室外环境温度为 $7/6^\circ\text{C}$ 时的周期动态能效比。



B.4.3 全年动态能源消耗效率 (DAPF) 的计算

全年动态能源消耗效率 DAPF 按照式 (B.25) 计算:

$$DAPF = \frac{DCSTL + DHSTL}{DCSTE + DHSTE} \tag{B.25}$$

B.4.4 全年动态耗电量 (DAPC) 的计算

全年动态耗电量 DAPC 按照式 (B.27) 计算:

$$DAPC = DCSTE + DHSTE \tag{B.26}$$

式中:

DAPF——全年动态能源消耗效率;

CEF——制冷剂碳排放系数;

DCSTL——制冷季节动态制冷量 (W·h);

DHSTL——制热季节动态制热量 (W·h);

DCSTE——制冷季节动态耗电量 (W·h);

DHSTE——制热季节动态耗电量 (W·h);

DAPC——全年动态耗电量 (W·h)。

B.4.5 能效指数的计算

B.4.5.1 全年动态总体（协同）能效指数 TAPF

全年动态总体（协同）能效指数 TAPF 按照式（B.27）计算：

$$\text{TAPF} = \text{DAPF} \times S_g \quad (\text{B.27})$$

S_g ——智能电网信号响应功能修正系数，其测试方法和取值按附录 G 执行。

B.4.5.2 全年动态综合能效指数 CAPF

全年动态综合能效指数 CAPF 按照式（B.28）计算：

$$\text{CAPF} = \text{DAPF} \times S_g \times \text{CEF} \quad (\text{B.28})$$

CEF——制冷剂碳排放系数，按 B.4.5.5 计算。

B.4.5.3 制冷季节总体（协同）能效指数 TSEER

制冷季节总体（协同）能效指数 TSEER 按照式（B.29）计算：

$$\text{TSEER} = \text{DSEER} \times S_g \quad (\text{B.29})$$

S_g ——智能电网信号响应功能修正系数，其测试方法和取值按附录 G 执行。

B.4.5.4 制冷季节综合能效指数 CSEER

制冷季节综合能效指数 CSEER 按照式（B.30）计算：

$$\text{CSEER} = \text{DSEER} \times S_g \times \text{CEF} \quad (\text{B.30})$$

CEF——制冷剂碳排放系数，按 B.4.5.5 计算。

B.4.5.5 制冷剂碳排放系数

制冷剂碳排放系数 CEF 按照式（B.31）计算：

$$\text{CEF} = \frac{1}{6750} \times \text{GWP} + 1.1 \quad (\text{B.31})$$

式中：

GWP——制冷剂全球变暖潜值，按附录 H 规定进行计算。

附录 C
(规范性附录)
房间空气调节器制冷和制热季节运行时的虚拟负荷模型

C.1 制冷虚拟负荷模型

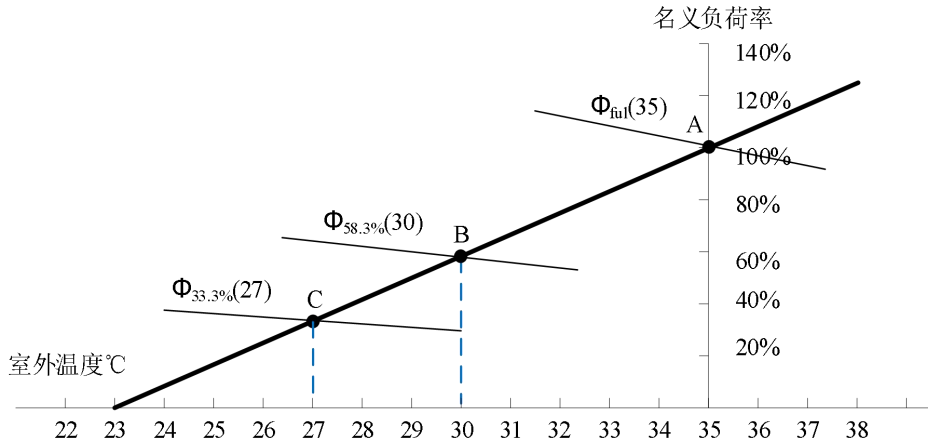


图 C.1 制冷季节部分负荷率、测点与对应干球温度

C.1.1 制冷虚拟负荷计算

制冷显热负荷计算公式：

$$BL_{c,s}(\tau) = \frac{SHR \cdot BL_c(35)}{T_{OD} - T_{z1}} \cdot (T_j - T_{bal}(\tau)) = \frac{SHR \cdot BL_c(35)}{35 - 23} \cdot (T_j - T_{bal}(\tau))$$

$$T_{bal}(\tau) = T_{z1} + (RAT(\tau) - T_{ID}) = RAT(\tau) - 4$$

制冷潜热负荷计算公式：

$$BL_{c,l}(\tau) = \frac{(1 - SHR) \cdot BL_c(35)}{35 - 23} \cdot (T_j - T_{bal}(\tau))$$

室外 35°C 的制冷负荷计算公式：

$$BL_c(35) = \frac{Q_{ful,c}(35)}{SR}$$

C.1.2 制冷室内干球、湿球温度计算

制冷下一步室温计算公式：

$$T(\tau + \Delta\tau) = RAT(\tau) + \frac{\Delta\tau \cdot [BL_{c,s}(\tau) - Q_{c,s}(\tau)]}{C}$$

$$RAT(\tau + \Delta\tau) = \begin{cases} T(\tau + \Delta\tau), & \text{如果 } T(\tau + \Delta\tau) < RAT(0) \\ RAT(0), & \text{如果 } T(\tau + \Delta\tau) \geq RAT(0) \end{cases}$$

制冷下一步房间空气含湿量计算公式:

$$W(\tau + \Delta\tau) = RAW(\tau) + \frac{\Delta\tau \cdot [BL_{c,l}(\tau) - Q_{c,l}(\tau)]}{h_{fg} \cdot C_w}$$

$$RAW(\tau + \Delta\tau) = \begin{cases} W(\tau + \Delta\tau), & \text{如果 } W(\tau + \Delta\tau) < RAW(0) \\ RAW(0), & \text{如果 } W(\tau + \Delta\tau) \geq RAW(0) \end{cases}$$

干球温度、含湿量、湿球温度之间的转化按照 GB/T 37292-2019 的附录 D 执行。

房间热容值:

$$C = Q_{ful,c}(35) \cdot 125$$

房间湿容值:

$$C_w = \frac{Q_{ful,c}(35)}{50}$$

式中:

$RAT(\tau + \Delta\tau)$ ——下一时刻室内干球温度设定值, °C;

$RAT(\tau)$ ——当前时刻室内干球温度设定值, °C;

$T(\tau + \Delta\tau)$ ——下一时刻室内干球温度计算值, °C;

$RAW(\tau + \Delta\tau)$ ——下一时刻室内含湿量设定值, kg/kg 干空气, 动态试验中的设定值应根据该时刻的干球温度设定值和含湿量设定值转化为湿球温度进行设定;

$RAW(\tau)$ ——当前时刻室内含湿量设定值, kg/kg 干空气, 该值由该时刻的干球温度设定值和湿球温度设定值计算得到;

$W(\tau + \Delta\tau)$ ——下一时刻室内含湿量计算值, kg/kg 干空气;

$BL_{c,s}(\tau)$ ——当前时刻显热虚拟负荷, W;

$BL_{c,l}(\tau)$ ——当前时刻潜热虚拟负荷, W;

$Q_{c,s}(\tau)$ ——当前时刻受风室测试所得的显冷能力, W;

$Q_{c,l}(\tau)$ ——当前时刻受风室测试所得的潜冷能力, W;

SHR ——显热比, 根据表 B.1 的试验工况确定;

$BL_c(35)$ ——室外温度 35°C 的制冷空调负荷, W;

$Q_{ful,c}(35)$ ——室外温度 35°C 的产品额定制冷量标注值, W;

SR ——负荷比, 名义负荷率与运行负荷率之比, 取 1.33;

T_j ——室外侧设定温度, °C, 根据表 B.1 的试验工况确定;

$T_{bal}(\tau)$ ——基于当前时刻室内干球温度设定值的平衡点温度；

T_{OD} ——室外空调设计温度，制冷为 35°C；

T_{ID} ——室内目标温度，制冷为 27°C；

T_{zl} ——零负荷室外温度，制冷取 23°C；

$\Delta\tau$ ——室内温度设定时间间隔，s；

C ——房间有效热容，虚拟房间每升高（或降低）单位温度时从外界吸收（或放出）的热量，包括房间内空气、浅层围护结构和室内家具等，J/K；

C_w ——房间有效湿容，虚拟房间每升高（或降低）单位含湿量时从外界吸收（或放出）的用水量，包括房间内空气、浅层围护结构和室内家具等，kg/(kg/kg_{干空气})；

h_{fg} ——水蒸气汽化潜热，J/kg，取 2442000J/kg。

C.2 制热虚拟负荷模型

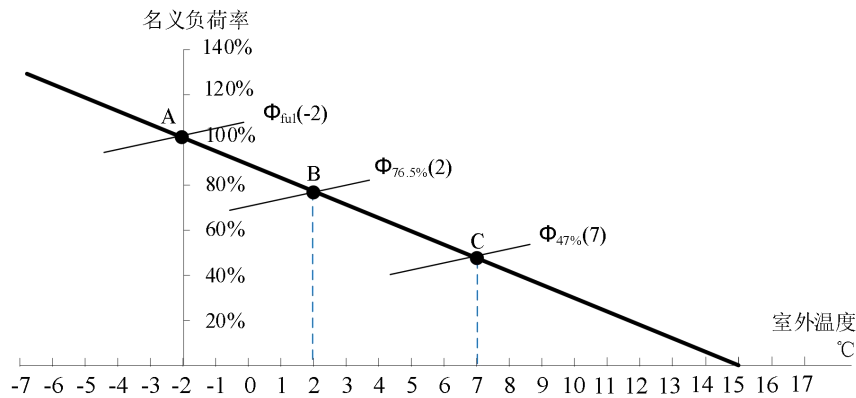


图 C.2 制热季节部分负荷率、测点与对应干球温度

C.2.1 制热虚拟负荷计算

制热负荷计算公式：

$$BL_h(\tau) = \frac{BL_h(-2)}{T_{OD} - T_{zl}} \cdot (T_j - T_{bal}(\tau)) = \frac{BL_h(-2)}{(-2) - 15} \cdot (T_j - T_{bal}(\tau))$$

$$T_{bal}(\tau) = T_{zl} + (RAT(\tau) - T_{ID}) = RAT(\tau) - 5$$

室外温度-2°C的制热负荷计算公式：

$$BL_h(-2) = HCR \cdot BL_c(35) = HCR \cdot \frac{Q_{ful,c}(35)}{SR}$$

C.2.2 制热室内干球温度计算

制热下一步室温计算公式：

$$T(\tau + \Delta\tau) = RAT(\tau) - \frac{\Delta\tau \cdot [BL_h(\tau) - Q_h(\tau)]}{C}$$

$$RAT(\tau + \Delta\tau) = \begin{cases} T(\tau + \Delta\tau), & \text{如果 } T(\tau + \Delta\tau) > RAT(0) \\ RAT(0), & \text{如果 } T(\tau + \Delta\tau) \leq RAT(0) \end{cases}$$

房间热容值：

$$C = Q_{ful,c}(35) \cdot 125$$

式中：

$RAT(\tau + \Delta\tau)$ ——下一时刻室内干球温度设定值，单位为°C；

$RAT(\tau)$ ——当前时刻室内干球温度设定值，°C；

$T(\tau + \Delta\tau)$ ——下一时刻室内干球温度计算值，单位为°C；

$BL_h(\tau)$ ——制热虚拟负荷，W；

$Q_h(\tau)$ ——受风室测试所得的制热能力，W；

$BL_h(-2)$ ——室外温度-2°C时的制热负荷，W；

HCR ——房间热冷比，是房间在室外-2°C的热负荷 $BL_h(-2)$ 和房间在室外 35°C的冷负荷 $BL_c(35)$ 之间的比值，取 1.3；

SR ——负荷比，名义负荷率与运行负荷率之比，取 1.33；

T_j ——室外温度，°C，根据表 B.1 的试验工况确定；

$T_{bal}(\tau)$ ——基于当前时刻室内干球温度设定值的平衡点温度；

T_{OD} ——室外空调设计温度，制热为-2°C；

T_{ID} ——室内目标温度，制热为 20°C；

T_{zl} ——零负荷室外温度，制热取 15°C；

$\Delta\tau$ ——室内温度设定时间间隔，s；

C ——房间热容，J/K。

附录 D
(规范性附录)
防避规模式检验试验

D.1 避规模式的定义和弊端

动态能效试验的意义在于使空调器的试验过程与用户的实际使用过程更加贴近，从而更能反映出空调器在用户使用时的真实能效。

如果空调器在测试时通过某种方式进入“避规模式”，则会背离能效标准测试的初衷，也无法有效提升用户使用的实际能效。

防避规模式检验试验应作为强制试验项目，如果发现空调器用避规模式做动态试验，应判断试验结果无效。

D.2 防避规试验初始工况

测试人员使用随机程序确定一个工况作为防避规试验的初始工况。

表 D.1 防避规试验初始工况

		室内侧初始工况		室内侧目标工况		室外侧工况	
		干球温度(°C)	湿球温度(°C)	干球温度(°C)	湿球温度(°C)	干球温度(°C)	湿球温度(°C)
制冷	A	32	28	27	-	35	24
	B	30	26	27	-	30	20
制热	A	12	-	20	-	-2	-4
	C	16	-	20	-	7	6

D.3 防避规试验过程

如图 D.1 和图 D.2 所示，防避规试验中第 1 阶段为能力偏差检验，第 2 阶段随机采用能效偏差检验或者能力偏差检验。若第 2 阶段为能力偏差检验，其虚拟负荷与第 1 阶段的虚拟负荷不同，应满足 D.4 的要求。

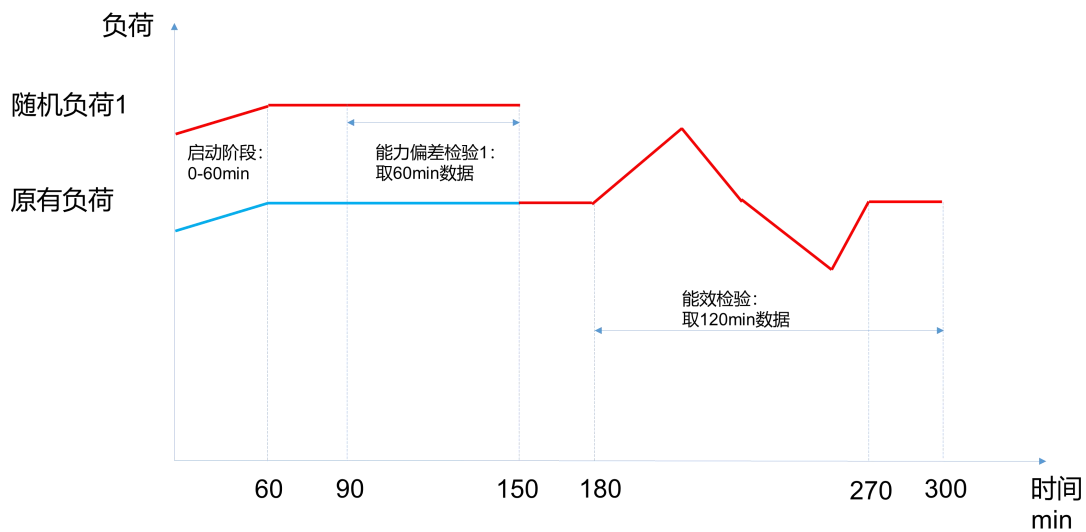


图 D.1 防避规试验过程示意——情况 1：能力偏差检验+能效偏差检验

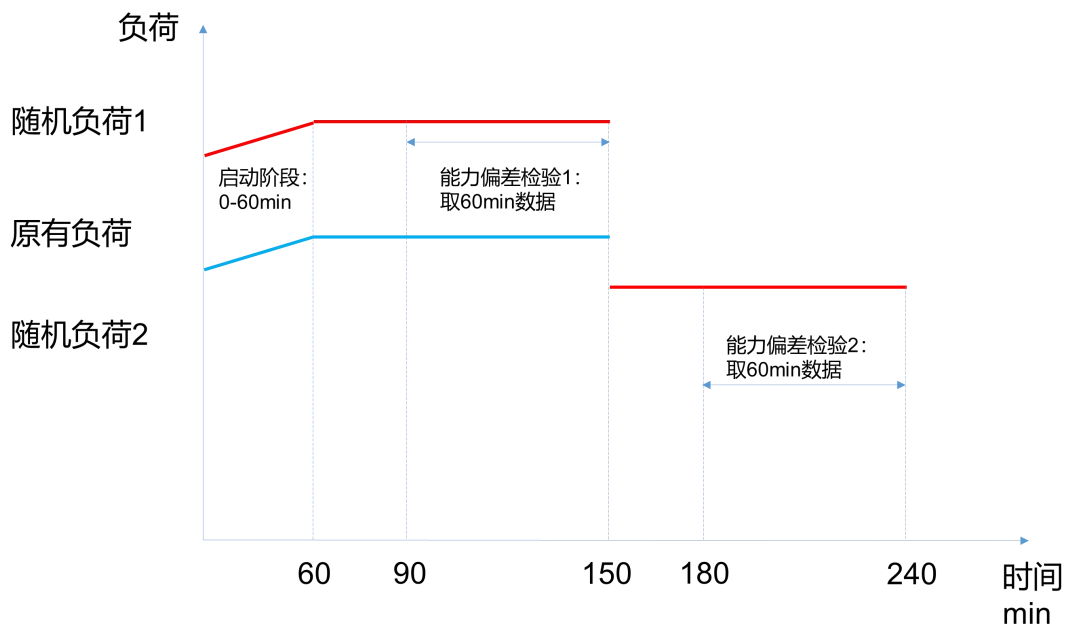


图 D.2 防避规试验过程示意——情况 2：两阶段都采用能力偏差检验

D.4 能力偏差检验虚拟负荷模型

能力偏差检验的虚拟负荷模型采用下列公式：

制冷显热负荷计算公式：

$$BL_{c,s}(T_j, RAT(\tau)) = \begin{cases} \frac{SHR \cdot BL_c(35)}{35 - 23} \cdot (T_j - (RAT(\tau) - 4)) + SHR \cdot BL_c(35) \cdot Rand, & \text{如果 } \tau \leq 3600 \\ \frac{SHR \cdot BL_c(35)}{35 - 23} \cdot (T_j - 23) + SHR \cdot BL_c(35) \cdot Rand, & \text{如果 } \tau > 3600 \end{cases}$$

$$T(\tau + \Delta\tau) = RAT(\tau) + \frac{\Delta\tau \cdot [BL_{c,s}(T_j) - Q_{c,s}(\tau)]}{C}$$

$$RAT(\tau + \Delta\tau) = \begin{cases} \min\{T(\tau + \Delta\tau), RAT(0)\}, & \text{如果 } \tau \leq 3600 \\ \text{median}\{25.5, T(\tau + \Delta\tau), 27.5\}, & \text{如果 } 3600 < \tau \leq 9000 \\ T(\tau + \Delta\tau), & \text{如果第2阶段为能力偏差检验, 且 } 9000 < \tau \leq 10800 \\ \text{median}\{25.5, T(\tau + \Delta\tau), 27.5\}, & \text{如果第2阶段为能力偏差检验, 且 } 10800 < \tau \leq 14400 \end{cases}$$

制冷潜热负荷计算公式:

$$BL_{c,l}(T_j, RAT(\tau)) = \begin{cases} \frac{(1 - SHR) \cdot BL_c(35)}{35 - 23} \cdot (T_j - (RAT(\tau) - 4)) + (1 - SHR) \cdot BL_c(35) \cdot Rand, & \text{如果 } \tau \leq 3600 \\ \frac{(1 - SHR) \cdot BL_c(35)}{35 - 23} \cdot (T_j - 23) + (1 - SHR) \cdot BL_c(35) \cdot Rand, & \text{如果 } \tau > 3600 \end{cases}$$

$$W(\tau + \Delta\tau) = RAW(\tau) + \frac{\Delta\tau \cdot [BL_{c,l}(\tau) - Q_{c,l}(\tau)]}{h_{fg} \cdot C_w}$$

$$RAW(\tau + \Delta\tau) = \begin{cases} W(\tau + \Delta\tau), & \text{如果 } W(\tau + \Delta\tau) < RAW(0) \\ RAW(0), & \text{如果 } W(\tau + \Delta\tau) \geq RAW(0) \end{cases}$$

制热负荷计算公式:

$$BL_h(T_j, RAT(\tau)) = \begin{cases} \frac{BL_h(-2)}{(-2) - 15} \cdot (T_j - (RAT(\tau) - 5)) + BL_h(-2) \cdot Rand, & \text{如果 } \tau \leq 3600 \\ \frac{BL_h(-2)}{(-2) - 15} \cdot (T_j - 15) + BL_h(-2) \cdot Rand, & \text{如果 } \tau > 3600 \end{cases}$$

$$T(\tau + \Delta\tau) = RAT(\tau) - \frac{\Delta\tau \cdot [BL_h(T_j) - Q_h(\tau)]}{C}$$

$$RAT(\tau + \Delta\tau) = \begin{cases} \max\{T(\tau + \Delta\tau), RAT(0)\}, & \text{如果 } \tau \leq 3600 \\ \text{median}\{19.5, T(\tau + \Delta\tau), 22\}, & \text{如果 } 3600 < \tau \leq 9000 \\ T(\tau + \Delta\tau), & \text{如果第2阶段为能力偏差检验, 且 } 9000 < \tau \leq 10800 \\ \text{median}\{19.5, T(\tau + \Delta\tau), 22\}, & \text{如果第2阶段为能力偏差检验, 且 } 10800 < \tau \leq 14400 \end{cases}$$

虚拟负荷的随机变化应满足以下条件:

- 1) *Rand*的取值应由随机数程序产生, 取值范围为 $[0.15, 0.7] \cup [-0.7, -0.15]$, 直至满足虚

拟负荷的范围要求为止。

- 2) 对于制冷试验： $\frac{BL_{c,s}(T_j,27)+BL_{c,l}(T_j,27)}{BL_c(35)}$ 的值应在 35-100%范围内；随机负荷 1 与随机负荷 2 相差应不小于 $BL_c(35) \times 30\%$ 。
- 3) 对于制热试验： $\frac{BL_h(T_j,20)}{BL_h(-2)}$ 的值应在 45-110%范围内；随机负荷 1 与随机负荷 2 相差应不小于 $BL_h(-2) \times 30\%$ 。

D.5 能效偏差检验虚拟负荷模型

在能效偏差检验试验中，虚拟负荷模型采用下列公式：

制冷显热负荷计算公式：

$$BL_{c,s}(T_j) = \frac{SHR \cdot BL_c(35)}{35 - 23} \cdot (T_j - (RAT(\tau) - 4)) + SHR \cdot \Delta BL(\tau)$$

$$RAT(\tau + \Delta\tau) = RAT(\tau) + \frac{\Delta\tau \cdot [BL_{c,s}(T_j) - Q_{c,s}(\tau)]}{C}$$

制冷潜热负荷计算公式：

$$BL_{c,l}(T_j) = \frac{(1 - SHR) \cdot BL_c(35)}{35 - 23} \cdot (T_j - (RAT(\tau) - 4)) + (1 - SHR) \cdot \Delta BL(\tau)$$

$$RAW(\tau + \Delta\tau) = RAW(\tau) + \frac{\Delta\tau \cdot [BL_{c,l}(\tau) - Q_{c,l}(\tau)]}{h_{fg} \cdot C_w}$$

制热负荷计算公式：

$$BL_h(T_j) = \frac{BL_h(-2)}{(-2) - 15} \cdot (T_j - (RAT(\tau) - 5)) + \Delta BL(\tau)$$

$$RAT(\tau + \Delta\tau) = RAT(\tau) - \frac{\Delta\tau \cdot [BL_h(T_j) - Q_h(\tau)]}{C}$$

负荷扰动计算公式：

$$\Delta BL(\tau) = \begin{cases} 0, & t_0 \leq \tau \leq (t_0 + 1800)s \\ \Delta BL_{max} \times \frac{\tau - (t_0 + 1800)}{t_1 - (t_0 + 1800)}, & (t_0 + 1800)s < \tau \leq t_1 \\ \Delta BL_{max} \times \frac{t_2 - \tau}{t_2 - t_1}, & t_1 < \tau \leq t_2 \\ \Delta BL_{max} \times \frac{t_2 - (t_0 + 1800)}{t_4 - t_2} \times \frac{t_2 - \tau}{t_3 - t_2}, & t_2 < \tau \leq t_3 \\ \Delta BL_{max} \times \frac{t_2 - (t_0 + 1800)}{t_4 - t_2} \times \frac{\tau - t_4}{t_4 - t_3}, & t_3 < \tau \leq t_4 \\ 0, & t_4 < \tau \leq (t_4 + 1800)s \end{cases}$$

其中：

$\Delta BL(\tau)$ 为负荷扰动项，单位 W。

ΔBL_{max} 为负荷扰动的最大值, $\Delta BL_{max} = BL_c(35) \times 20\%$, 单位 W。

t_0 为进入能效偏差检验的时间, 即从避规试验开始的第 150min 结束时开始能效偏差检验, 取 9000s。

t_1 为第 1 次负荷变化的顶点时间, 由随机数程序生成, $t_1 \in [t_0 + 2850, t_0 + 3450]$, s。

t_2 为负荷 $\Delta BL(\tau)$ 变化到 0 的时间, 由随机数程序生成, $t_2 \in [t_0 + 4200, t_0 + 4800]$, s。

t_3 为第 2 次负荷变化的顶点时间, 由随机数程序生成, $t_3 \in [t_0 + 5550, 6150]$, s。

t_4 为负荷变化结束的时间, 取 16200s。

D.6 空调器的设置

防避规试验的流程和空调器设置与动态试验相同。

D.7 防避规试验要求满足的条件

D.7.1 能力偏差检验要求

能力偏差检验试验应同时满足以下条件:

- a) 房间温度: 防避规试验第 1 阶段应在 1.0 小时内进入维温阶段。
- b) 空调能力偏差: 选取能力偏差检验中最后 60min 的数据进行以下判断:

$$\text{能力偏差} = \frac{\max(\text{平均能力}, \text{平均虚拟负荷}) - \min(\text{平均能力}, \text{平均虚拟负荷})}{BL_c(35) \text{ 或 } BL_h(-2)} \times 100\%$$

对于制冷试验: 平均能力为平均显热制冷能力, 平均虚拟负荷为平均显热虚拟负荷。

对于制热试验: 平均能力为平均制热能力。

能力偏差值不应超过 $\pm 5\%$ 。

D.7.2 能效偏差检验要求

能效偏差检验试验应同时满足以下条件:

- a) 能效偏差检验试验中, 室内瞬时干球温度和室内平均干球温度应满足 B.3.4.1 的要求。
- b) 能效偏差检验试验中的能效值取能效偏差检验中最后 120min 的数据进行计算:

$$\text{能效偏差检验试验能效比} = \frac{\text{平均能力}}{\text{平均功率}}$$

能效偏差检验试验的能效值应不小于同工况正式动态试验中维温阶段能效值的 95%。

D.7.3 防避规试验合格要求

两个阶段的防避规试验都满足要求, 动态试验结果有效。

附录 E
(规范性附录)
动态能效测量试验装置技术要求

E.1 总则

房间空气调节器动态能效测试采用动态能效测试实验装置进行测试。动态能效测试实验装置包含空气焓值法试验装置、动态能效测试装置。其中，动态能效测试装置由虚拟负荷计算软件和虚拟负荷计算软件与空气焓值法试验装置的数据交互程序组成。

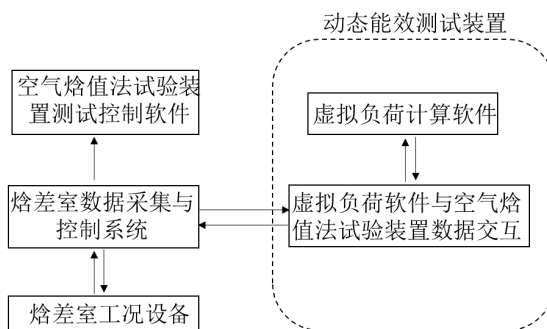


图 E.1 动态能效测试实验装置基本架构

E.2 空气焓值法试验装置要求

空气焓值法试验装置应满足 GB/T 37292-2019 要求和 GB/T 7725-2022 附录 D、附录 E 和附录 F 中实验装置和仪器设备的要求。

E.3 动态能效测试装置技术要求

E.3.1 动态能效测试实验装置数据采集技术要求

- a) 动态能效测试中空调器进出风温度采样传感器响应要快，可采用时间常数 $\leq 2000\text{ms}$ 的铂电阻或热电偶。回风采样装置应布置于被测样机的进风方向约 0.15m 处。
- b) 室内侧和室外侧干球温度、湿球温度的采样时间最小步长不高于 5s。
- c) 实验室的冷热设备根据实时设定值进行调节，可正常响应千分位的实时设定值。
- d) 在动态试验中，若空调器的能力计算（包括显冷量、潜冷量、制热量）为负值，应按照负值计入试验数据，不应归零。
- e) 在动态试验中，当空调器化霜时而室内机风机运行时，若此时空调器的能力计算为负值，应按照负值计入试验数据，不应归零。
- f) 在动态试验中，当空调器化霜而室内机风机停止运行时，则应停止通过室内盘管的气流。化霜过程中空调器的能力计算值应计入试验数据，不应归零。

- g) 对于逆向化霜，应通过四通阀接线或者空调器功率变化对除霜起始点进行判断，精准控制引风机、风阀、喷嘴动作。

E.3.2 动态试验软件技术要求

- ① 虚拟负荷计算软件和数据交互程序应独立于空气焓值法试验装置测试控制软件运行，且不影响空气焓值法试验装置测试控制软件的正常使用。
- ② 室内侧和室外侧干球温度、湿球温度，能够根据虚拟负荷计算软件发出的设定值进行实时设定。
- ③ 虚拟负荷软件中的负荷计算和数据记录精度满足 GB/T 37292-2019 要求和 GB/T 7725-2022 附录 D、附录 E 和附录 F 中实验装置和仪器设备的要求；
- ④ 数据交互程序通过数据接口实现虚拟负荷计算软件与空气焓值法试验装置数据采集与控制系统之间的实时交互。数据交互程序的实时交互频率不高于 10s。
- ⑤ 实验的所有数据要求能够保存和导出，每组数据按不高于 5s 进行采集、储存和导出；
- ⑥ 动态试验中的数据传输和数据记录精度不低于 0.001（单位）。
- ⑦ 动态试验软件中应能对实验室工况调节设备的 PID 参数进行设定和改变。

E.3.3 动态试验装置工况允差技术要求

- ① 动态工况允差应满足附录 B.3.1.3.2 的要求；
- ② 动态实验室带负载测试，被测样机启动阶段的前 10 分钟，制冷测试时室内侧干球和湿球温度均应满足实测值与设定值之间的实时差值不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；制热测试时室内侧干球温度应满足实测值与设定值之间的实时差值不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。
- ③ 动态实验室带负载测试，空调器连续运行时，制冷测试时室内侧干球和湿球温度均应满足实测值与设定值之间的实时差值不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；制热测试时室内侧干球温度应满足实测值与设定值之间的实时差值不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。
- ④ 动态实验室带负载测试，当空调器停机时，停机后 5min 内室内侧的干球温度应满足实测值与设定值之间的实时差值不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- ⑤ 动态实验室带负载测试，当空调器逆向化霜时，从化霜开始到化霜结束后 10min 内，室内侧的干球温度应满足实测值与设定值之间的实时差值不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- ⑥ 动态实验室带负载测试，室内侧温度在上升到下降切换或者下降到上升切换时，其温度最大值（上升阶段）和最小值（下降阶段）超调值不超过 0.5°C 。

E.4 动态实验室前馈补偿器

前馈补偿器的核心是前馈补偿算法，其以软件的形式封装并部署于动态测试程序。前馈

补偿算法借鉴了模型预测控制的思想，通过构建系统模型，并以最小化温度目标值和实测值的偏差为优化目标，求解得到最优的温度目标值。具体地，通过对动态测试过程进行系统建模，利用传递函数构建焓差实验室室内侧温度目标值和温度实测值之间的关系，并逆向利用该模型，计算得出温度实测值与温度目标值偏差最小（即为0）时，需要输出给焓差实验室温度控制器的温度目标值。其本质是调整了输出给焓差实验室温度控制器的温度目标值，使得温度控制器在输入该目标值并执行控制动作后室内侧的温度实测值能够等于虚拟负荷模型计算的温度目标值。

前馈补偿算法的实现包含以下关键步骤，如图 E.2(a)所示：

- a) 系统建模：基于一阶响应模型建立系统传递函数，反映动态测试温度控制系统的响应机理；
- b) 系统辨识：传递函数中的未知参数通过实验数据进行拟合，以反映不同焓差试验室的动态响应特性；
- c) 系统传递函数求逆：建立前馈补偿传递函数，逆向利用系统传递函数。

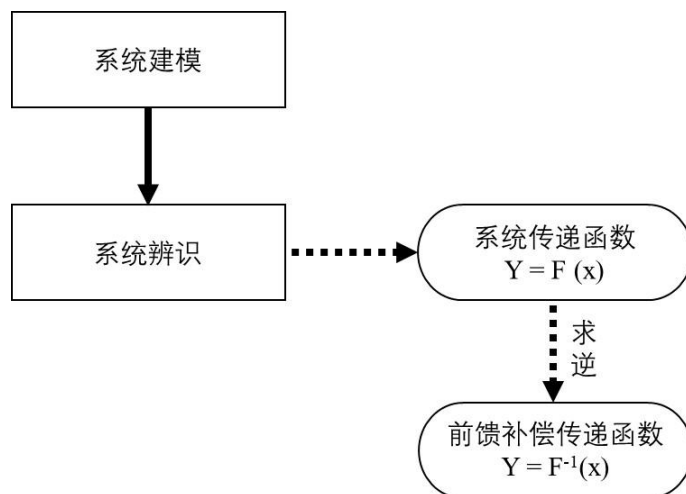


图 E.2(a) 前馈补偿算法实现流程

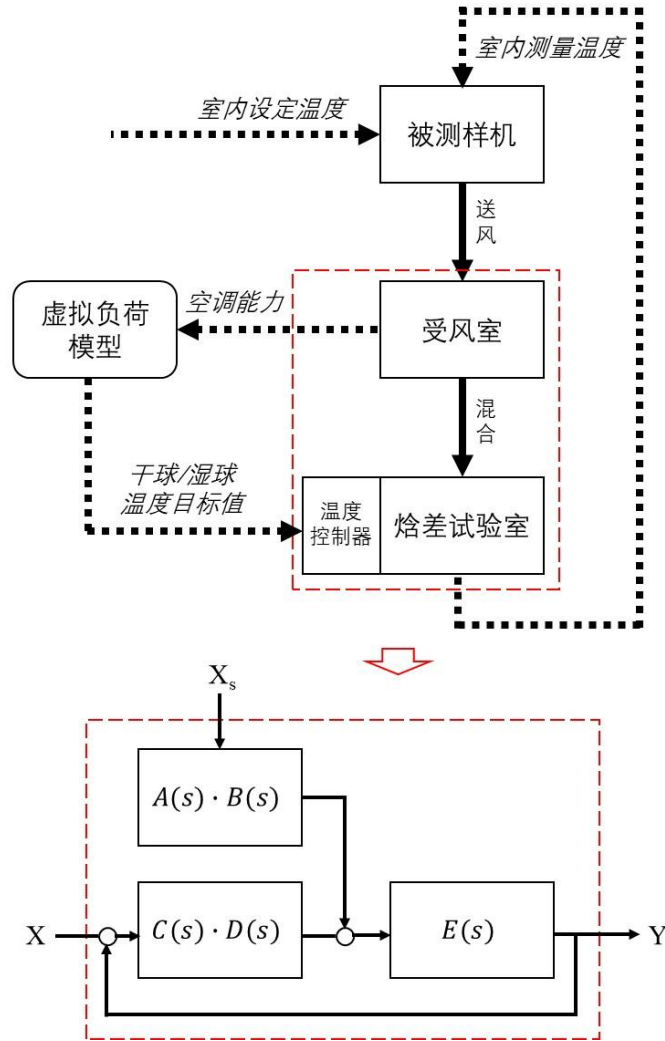


图 E.2(b) 前馈补偿算法系统建模

系统建模过程如图 E.2 所示。建模对象为焓差试验室内侧温度控制的动态响应过程，涉及被测样机送风进入、离开受风室，与焓差实验室其它空气混合，以及焓差实验室温度控制器接收温度目标值、执行控制动作等过程，如图中红色框线区域所示。各过程应用一阶响应模型进行抽象和简化，最终建立的系统传递函数形式为：

$$\frac{Y}{X} = \frac{a_1s^2 + a_2s + a_3}{s^2 + a_2s + a_3}$$

该传递函数反映了焓差试验室内侧温度控制的动态响应特性，且同时适用于干球温度和湿球温度。需要注意的是，上式对焓差实验室温度控制器仅包含单组 PID 控制参数的情形适用，对于包含多组 PID 控制参数或复杂温度控制系统的情形，需重新建立相应的系统传递函数。

传递函数中的未知参数可以分别利用干球温度和湿球温度的试验数据分别进行拟合，即系统辨识。用于系统辨识的试验数据需包含连续变化的干（湿）球温度目标值和对应的干（湿）球温度实测值。对于系统构成相似的焓差实验室，其传递函数的形式是一致的，但是传递函数中的未知参数值是不同的，本质上体现了各焓差实验室温度控制特性的差异。因此，针对某焓差实验室的传递函数进行的系统辨识必须利用该实验室的试验数据。

系统辨识和系统传递函数求逆可以利用相关数学软件和工具箱进行。选择不同的工具和方法可能导致最终建立的前馈补偿传递函数也存在差异，但不致显著影响其应用效果。

E.5 动态测试程序参考代码（C#示例，不含前馈补偿）

代码符号解释

Qcs——焓差室测量实时显热制冷量，W
 Qcl——焓差室测量实时潜热制冷量，W
 Qh——焓差室测量实时制热量，W
 AirVolume——焓差室测量实时风量，m³/h
 P0——大气压，Pa
 t0——动态试验开始的自然时间
 DeltaTime——动态试验室内温度调节时间步长，10s
 RunMode——动态试验模式，制冷或者制热
 Qc_rated——额定制冷量，W
 Qh_rated——额定制热量，W
 ESP_set——出口静压为，对于房间空气调节器取0Pa
 SHR——显热比
 sizing_ratio——负荷比，1.33
 VL——制冷试验的显热虚拟负荷，制热试验的制热虚拟负荷，W
 VL_1——制冷试验的潜热虚拟负荷，W
 Tj——室外干球温度设定值，℃
 RAT0——室内干球温度的初始设定值，℃
 RAW0——室内干球温度和湿球温度初始设定值对应的含湿量，kg/kg干空气
 RAT——当前室内干球温度设定值，℃
 RAB——当前室内湿球温度设定值，℃
 RAT_Next——下一时刻的室内干球温度设定值，℃
 RAB_Next——下一时刻的室内湿球温度设定值，℃
 C——房间热容，J/K
 Cw——房间湿容，kg
 hfg_water——水蒸气汽化潜热，取2442kJ/kg
 ma.Calculatel(RAT, RAB, P0)——根据干球温度、湿球温度和大气压计算湿空气物性，计算方法参见GB/T37292-2019

虚拟负荷模型计算

```
/*获取动态试验基础信息*/
double TestTime = 240; /*测试时长, min*/
double C = Qc_rated * 125; /*J/K   */ /*计算热容*/
double Cw = Qc_rated / 50; /*kg   */ /*计算湿容*/
double SHR = 0.8; /*制冷工况SHR*/
double sizing_ratio = sizing_factor; /*由动态试验软件界面输入, 或者取1.33定值*/
```

```

double m = 0; /*动态试验步数计数器*/
double VL; /*定义虚拟显热负荷变量, W*/
double VL_l; /*定义虚拟潜热负荷变量, W*/
double ESP_set = 0; /*出口静压为0Pa*/

DateTime t0 = DateTime.Now; /*动态测试开始的时间*/
/*以下在动态试验停止前一直运行*/
while (!cancellationToken.IsCancellationRequested)
{
    /*动态试验过程温度控制*/
    if (current_test_time <= TestTime * 60) //测试总时长在4hr以内
    {
        if (RunMode == AirConditionerMode.Cooling) //制冷工况
        {
            VL = Qc_rated * SHR / (35 - 23) / sizing_ratio * (Tj - (RAT - 4)); /*制冷显热负荷, W*/
            VL_l = Qc_rated * (1 - SHR) / (35 - 23) / sizing_ratio * (Tj - (RAT - 4)); /*制冷潜热负荷*/
            //制冷工况干球温度控制
            double DeltaT = DeltaTime * (VL - Qcs) / C; /*K*/
            RAT_Next = RAT + DeltaT;
            if (RAT_Next > RAT0)
            {
                RAT_Next = RAT0;
            }
            //制冷工况湿球温度控制
            double hfg_water = 2442; /*kJ/kg水蒸气汽化潜热25℃*/
            double Moist_net_gain = (VL_l - Qcl) / 1000 / hfg_water * 3600; /*kg/hr, 空气中的水份变化*/
            double Delta_moist = Moist_net_gain * DeltaTime / 3600 / Cw; /*kg/kg-a, 空气含湿量变化*/
            MoistAir ma = new MoistAir();
            ma.Calculate1(RAT, RAB, PO);
            RAW = ma.HumidityRatio; /*kg/kg-a, 计算空气含湿量*/
            RAW_Next = RAW + Delta_moist; /*计算下一时刻的空气含湿量*/
            if (RAW_Next > RAW0)
            {
                RAW_Next = RAW0;
            }
            ma.Calculate2A(RAT_Next, RAW_Next, PO); /*根据干球温度和含湿量, 计算湿球温度*/
            RAB_Next = ma.WetBulbTemperature;
            //将干球温度和湿球温度发送给温控表执行
            IndoorDryBulbPid.SetPointEditValue = RAT_Next;
            IndoorDryBulbPid.ModifySetPoint(false);
            IndoorWetBulbPid.SetPointEditValue = RAB_Next;
            IndoorWetBulbPid.ModifySetPoint(false);
            RAT = RAT_Next;
            RAB = RAB_Next;
        }
        else /*以下为制热工况*/
        {
            VL = Qc_rated * 1.3 / (-2 - 15) / sizing_ratio * (Tj - (RAT - 5)); /*制热负荷,

```

```

W*/
//制热工况干球温度控制
double DeltaT = DeltaTime * (VL - Qh) / C;    /*K*/
RAT_Next = RAT - DeltaT;
if (RAT_Next < RAT0)
{
    RAT_Next = RAT0;
}
//将干球温度发送给温控表执行
IndoorDryBulbPid.SetPointEditValue = RAT_Next;
IndoorDryBulbPid.ModifySetPoint(false);
RAT = RAT_Next;
}
}
else //动态试验达到4hr后，虚拟负荷归零作为试验结束的标志
{
    VL = 0;
}

//静压表的值的输出;
StaticPressurePid.SetPointEditValue = ESP_set;
StaticPressurePid.ModifySetPoint(false);

//控制周期的时间校准
m = m + 1.0; //完成一次控制周期（10s）后，计数器加1
//停止10s不动作
double sleeptime = 10.0;
if ((DateTime.Now - t0).TotalSeconds > current_test_time)
{
    sleeptime = 10 - ((DateTime.Now - t0).TotalSeconds - current_test_time);
}
if (sleeptime > 0)
{
    Thread.Sleep((int)(1000 * sleeptime));
}
}

```

E.6 动态能效测试实验装置数据记录要求

动态试验软件应能够输出至少以下数据的逐时值，记录时间不长不高于 5s。

物理量	符号	SI 单位	IP 单位
动态试验当前时间	<i>timestamp</i>	2024.02.27 19:27:51	
动态试验当前时刻	<i>t</i>	s	
控制时间步长	Δt (默认 10s)	s	
被测机输入电压	<i>Volt(t)</i>	V	
大气压力	<i>P(t)</i>	Pa	
空调总制冷量	$\dot{Q}_c(t)$	W	

空调显冷量	$\dot{Q}_{c,s}(t)$	W	
空调潜冷量	$\dot{Q}_{c,l}(t)$	W	
空调制热量	$\dot{Q}_h(t)$	W	
虚拟负荷	$VL(t)$	W	
空调回风干球/湿球温度	$IDT(t)/IDB(t)$	°C	°F
空调送风干球/湿球温度	$LAT(t)/LAB(t)$	°C	°F
室外干球温度/湿球温度	$ODT(t)/ODB(t)$	°C	°F
室外相对湿度	$ODR(t)$	%	
室内机/外机/整机功率	$\dot{W}_{ID}(t)/\dot{W}_{OD}(t)/\dot{W}(t)$	W	
空调风量	$\dot{V}(t)$	m^3/hr	ft^3/min
喷嘴前后压差	$\Delta P(t)$	Pa	
当前喷嘴规格	$\phi(t)$		
空调出口静压	$ESP_{out}(t)$	Pa	
空调瞬时性能系数	$COP(t)$		
室内干球温度/湿球温度设定值	$RAT(t)/RAB(t)$	°C	°F
室外干球温度/湿球温度设定值	$T_j(t)/B_j(t)$	°C	°F
室外相对湿度设定值	$R_j(t)$	%	
喷嘴规格设定值	$\phi_{set}(t)$		
额定制冷量	$Q_{ful,c}$	W	
额定制热量	$Q_{ful,h}$	W	
额定制冷功率	$W_{ful,c}$	W	
额定制热功率	$W_{ful,h}$	W	
额定风量	V_{rated}	m^3/hr	ft^3/min
额定出口静压	ESP_{rated}	Pa	
制冷/制热	$Bool_{c,h}$	1 为制热, 0 为制冷	
动态测试是/否开始	$Bool_{start_not}$	1 为开始, 0 为停止	
数据是/否 SI 单位	$Bool_{SI_not}$	1 为 SI, 0 为 IP	
虚拟房间热容	C	J/K	
虚拟房间湿容	C_W	kg/(kg/kg 干空气)	

E.7 动态能效测量试验装置校准和确认方法

本校准方案用于验证动态能效测量试验装置在动态运行过程中工况温度控制能力和虚拟负荷计算模型的准确性。通过在试验装置软件输入虚拟负荷 $BL(\tau)$ 的标准曲线, 进行空载测

试,在试验装置软件中将试验样机的制冷及制热能力设置为0,试验装置软件应根据其内置算法,计算出完全符合物理模型预测的室内侧目标干、湿球温度。通过对比标准温度曲线与工况温度测量值曲线,验证试验装置动态工况温度算法的准确性与工况温度控制的跟随性。通过对标定试验装置进行测试,将动态能效测量试验装置测得输出热量与标定装置电加热器的输入热量进行比对,实现对态能效测量试验装置的校准和确认。

E.7.1 标准曲线校准

E.7.1.1 标准曲线

① 制冷工况标准曲线

标准显热负荷 $BL_{c,s}(\tau)$ 和标准潜热负荷 $BL_{c,l}(\tau)$ 函数表达式为:

初始降温阶段: $0 \leq \tau \leq \tau_1$

$$BL_{c,s}(\tau) = K_{c,1} \cdot \tau + BL_1$$

$$BL_{c,l}(\tau) = K_{c,2} \cdot \tau + BL_1$$

周期循环阶段: $\tau > \tau_1$, $\tau' = \tau - \tau_1$

$$BL_{c,s}(\tau) = K_{c,3} \cdot (\tau' \bmod \tau_2) + BL_{c,bias}$$

$$BL_{c,l}(\tau) = K_{c,4} \cdot (\tau' \bmod \tau_2) + BL_{c,bias}$$

其中:

BL_1 为曲线初始设定干球温度计算得出的虚拟负荷;

BL_2 为曲线周期循环中设定最低干球温度计算得出的虚拟负荷;

BL_3 为曲线周期循环中设定最高干球温度计算得出的虚拟负荷;

τ_1 :

$$\tau_1 = \frac{1500 \cdot SR \cdot \ln(BL_2 / BL_1)}{SHR}$$

τ_2 :

$$\tau_2 = \frac{1500 \cdot SR \cdot \ln(BL_3 / BL_2)}{SHR}$$

K :

$$K_{c,1} = \frac{SHR}{12 \cdot SR} \left[\frac{BL_2 - BL_1}{125 \cdot \ln(BL_2 / BL_1)} \right];$$

$$K_{c,2} = \frac{1 - SHR}{12 \cdot SR} \left[\frac{BL_2 - BL_1}{125 \cdot \ln(BL_2 / BL_1)} \right];$$

$$K_{c,3} = \frac{SHR}{12 \cdot SR} \left[\frac{BL_2 - BL_3}{125 \cdot \ln(BL_2 / BL_3)} \right]$$

$$K_{c,4} = \frac{1 - SHR}{12 \cdot SR} \left[\frac{BL_2 - BL_3}{125 \cdot \ln(BL_2 / BL_3)} \right]$$

$BL_{c,bias}$:

$$BL_{c,bias} = \begin{cases} -BL_2, & \left[\frac{\tau'}{\tau_2} \right] \text{为偶数} \\ BL_3, & \left[\frac{\tau'}{\tau_2} \right] \text{为奇数} \end{cases}$$

以 B.3.1.2 制冷 A 工况额定制冷量为 3500W 为例，绘制标准虚拟负荷曲线，见图 E.3。具体参数设置见下表。

参数	单位	数值
$Q_{fil,c}(35)$	W	3500
$RAT(0)$	°C	32
T_j	°C	35
SHR	/	0.8
SR	/	1.33

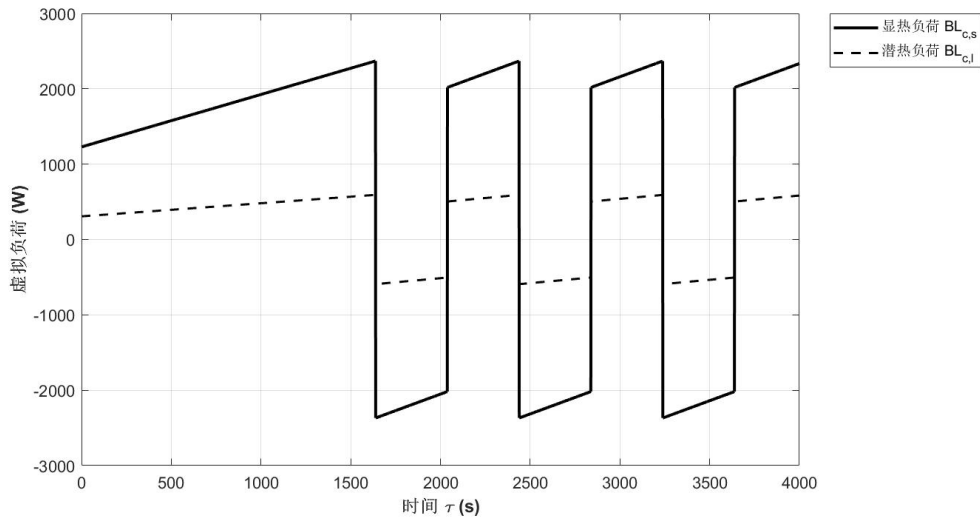


图 E.3 制冷工况 A 标准虚拟负荷曲线

令 $Q_{c,s}(\tau)=0$ ，将虚拟负荷曲线数值代入附录 C.1.2 制冷下一步室温计算公式中，根据表 1 中数据，迭代计算即可得到制冷室内的干球温度变化曲线，同理可得室内湿球温度变化曲线，将此曲线作为标准干/湿球温度变化曲线，曲线图如图 E.4 所示。

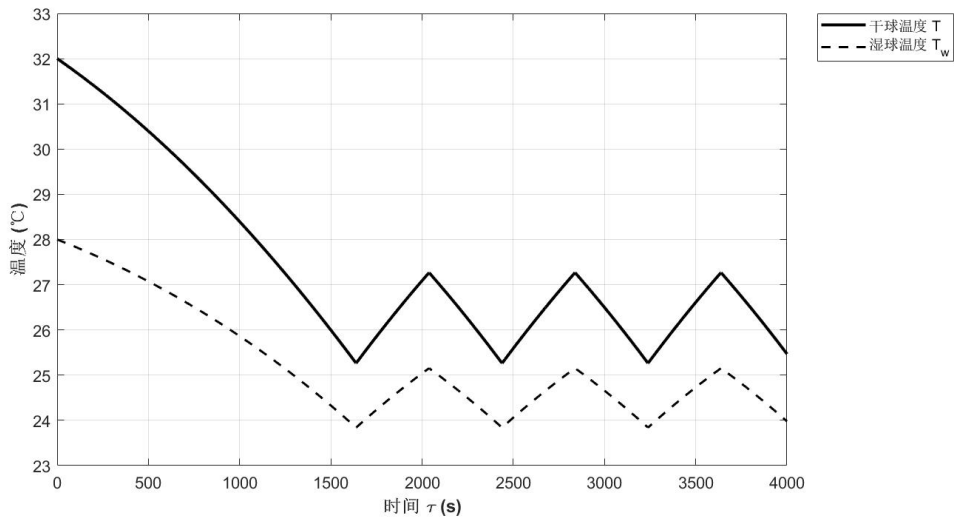


图 E.4 制冷工况 A 制冷室工况标准温度变化曲线

② 制热工况标准曲线

标准制热负荷 $BL_h(\tau)$ 函数表达式为:

初始升温阶段: $0 \leq \tau \leq \tau_1$

$$BL_h(\tau) = K_{h1} \cdot \tau + BL_1$$

周期循环阶段: $\tau > \tau_1, \tau' = \tau - \tau_1$

$$BL_h(\tau) = K_{h2} \cdot \tau'(\text{mod } T) + BL_{h,bias}$$

K :

$$K_h = \frac{HCR}{17 \cdot SR} \left[\frac{BL_2 - BL_1}{125 \cdot \ln(BL_2 / BL_1)} \right];$$

$$K_{h2} = \frac{HCR}{17 \cdot SR} \left[\frac{BL_2 - BL_3}{125 \cdot \ln(BL_2 / BL_3)} \right]$$

$BL_{h,bias}$:

$$BL_{h,bias} = \begin{cases} -BL_3, & \left\lfloor \frac{\tau'}{\tau_2} \right\rfloor \text{ 为偶数} \\ BL_2, & \left\lfloor \frac{\tau'}{\tau_2} \right\rfloor \text{ 为奇数} \end{cases}$$

以 B.3.1.2 制热 A 工况额定制冷量为 3500W 为例, 绘制标准虚拟负荷曲线, 见图 E.5。具体参数设置见下表。

参数	单位	数值
$Q_{ful,c}(35)$	W	3500
$RAT(0)$	°C	12
T_j	°C	-2
HCR	/	1.3

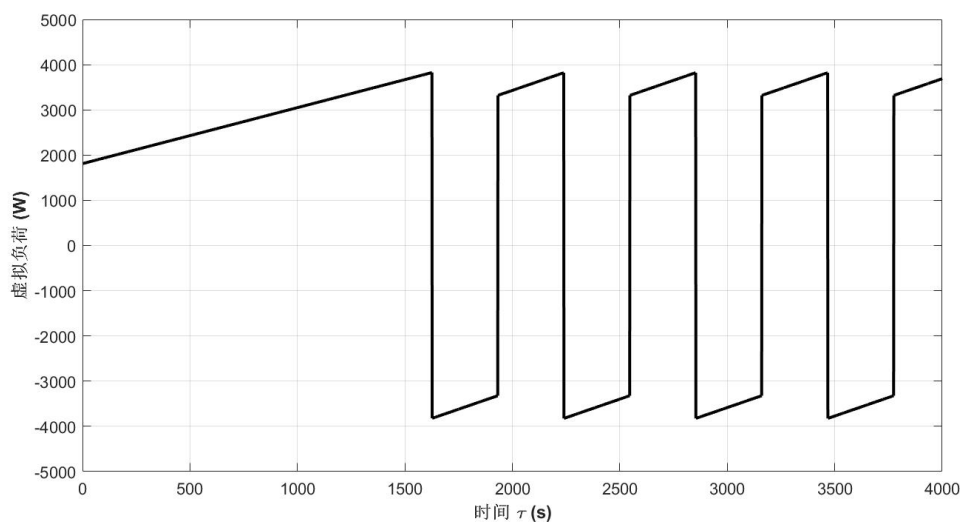


图 E.5 制热工况 A 标准虚拟负荷曲线

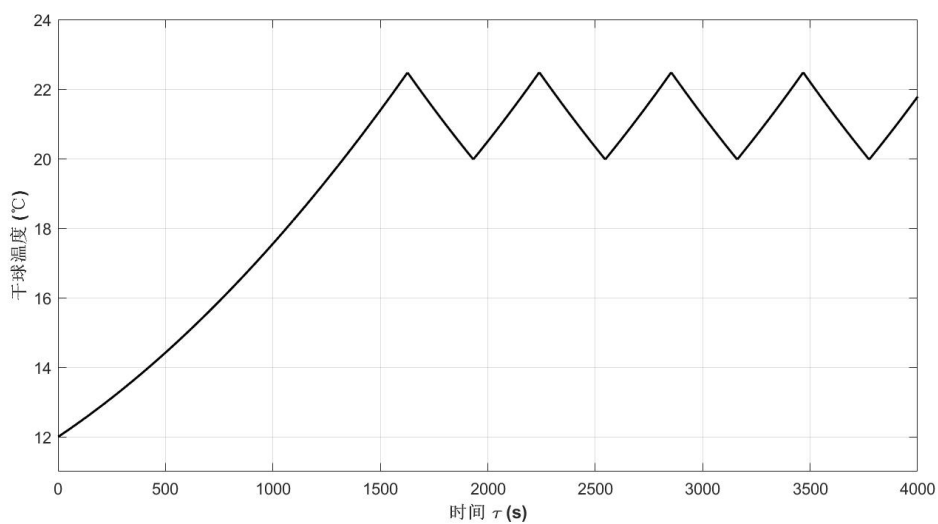


图 E.6 制热工况 A 制热室工况标准温度变化曲线

E.7.1.2 校准项目及技术要求

校准项目	单位	技术要求	
干/湿球温度控制误差	℃	启动阶段的前 10 分钟阶段	±1℃
		连续运行阶段	±0.5℃
温度超调值	℃	不超过 0.5℃	
温度跟随性	s	120s	
注：			
a 温度超调值是指室内侧温度在上升到下降切换或者下降到上升切换时，其温度最大值（上升阶段）和最小值（下降阶段）的超调值			
b 温度跟随性是指室内侧温度在动态试验进入稳态阶段后，干球温度在波动区域依次达到收敛温度的时间误差最大值。制冷工况干球收敛温度：27℃；制热工况干球收敛温度 19℃。			

E.7.1.3 校准方法

校准开始前确认动态能效测量试验装置运行正常，各测量系统及控制系统无故障，按以下步骤进行校准。

- ① 通过动态能效测量试验装置控制软件，将室内外工况环境调节至附录 B.3.1.2 规定的试验工况，调节完成后稳定运行 20 分钟；
- ② 将标准虚拟负荷曲线加载至动态能效测量试验装置的虚拟负荷程序中，启动试验，进行空载测试，试验总时长为 4 小时；
- ③ 试验结束后，导出动态能效测量试验装置干/湿球温度的实测值曲线，将该曲线与标准虚拟负荷曲线对应的工况标准温度变化曲线进行比对。

E.7.1.4 动态能效测量试验装置测量误差计算

a. 温度控制误差

以工况标准温度变化曲线与干/湿球温度实测曲线计算每一秒的瞬时控制误差，取全周期内的最大误差作为测量结果，误差公式如下：

$$\Delta T_c(t) = T_{std}(t) - T_{lab,r}(t)$$

式中：

ΔT_c —动态能效测量试验装置工况控制误差曲线，℃；

$T_{std}(t)$ —标准虚拟负荷曲线所对应的标准温度曲线，℃。

$T_{lab,r}(t)$ —动态能效测量试验装置干/湿球温度实测温度曲线，℃。

b. 温度超调值

当室内侧温度由上升趋势切换为下降趋势（或反之）时，通过比对动态能效测量试验装置的实测温度与标准曲线的差值，评价试验室空气处理机组及 PID 调节系统对面对负荷突变时的温度调节能力，取全周期内的最大绝对值误差作为测量结果，误差公式如下：

上升转下降时的超调值

$$T_{over,up} = T_{std,max} - T_{lab,max}$$

式中：

$T_{over,up}$ 一室内侧温度由上升转下降时的超调值，℃；

$T_{std,max}$ 一标准温度曲线在上升转下降切换瞬间的温度，℃；

$T_{lab,max}$ 一动态能效测量试验装置在上升转下降切换点附近的实测温度最大值，℃。
下降转上升时的超调值

$$T_{over,down} = T_{lab,min} - T_{std,min}$$

式中：

$T_{over,down}$ 一室内侧温度由下降转上升时的超调值，℃；

$T_{lab,min}$ 一试验室软件在在下降转上升切换点附近的实测温度最小值，℃；

$T_{std,min}$ 一标准温度曲线在下降转上升切换瞬间的温度，℃。

c. 温度跟随性

以工况标准温度变化曲线与干/湿球温度实测曲线计算达到收敛温度的时间误差，取全周期内的最大误差作为测量结果，误差公式如下：

$$\Delta t_{c,f} = t_{std,f} - t_{lab,f}$$

式中：

$\Delta t_{c,f}$ 一动态能效测量试验装置温度跟随性误差，s；

$t_{std,f}$ 一标准虚拟负荷曲线达到维温阶段温度收敛值的时刻，s。

$t_{lab,f}$ 一干/湿球温度实测温度曲线达到维温阶段温度收敛值的时刻，s。

E.7.2 标定方法

E.7.2.1 标定试验装置

标定试验装置应采用 0.1 级或更高精度的功率计测量真实功率；

标定装置外壳应进行充分绝热处理，标定装置的出风口几何尺寸、风栅阻力应尽可能模拟真实室内机的阻力特性。

E.7.2.2 动态能效测量试验装置标定步骤

- ① 试验室开启恒温恒湿系统。在试验室控制软件中将室内外工况环境调至附录 B.3.1.2 的试验工况，运行 20 分钟；
- ② 按附录 B.3.1.2 的制热试验工况设置试验室控制参数，启动标定试验装置，试验应覆盖以下阶段：启动阶段、连续运行阶段、负荷变化阶段，试验时间应覆盖完整动态测试周期，测试总时长 4 h，试验过程中应保持试验环境稳定，避免外界干扰。
- ③ 试验结束后，被校动态能效测量试验装置应导出测得的输出热量，与标定试验装置的输入热量进行比对，输出热量测量误差不超过±4%。

E.7.2.3 动态能效测量试验标定装置制热量

标定装置电加热器输入热量按下式计算：

$$\phi_r = P_r$$

式中：

ϕ_r —电加热器的制热量，W；

P_r —电加热器的输入功率，W。

附录 F (规范性附录) 动态能效测试操作流程

F.1 被测机安装要求

- ① 空调器的安装方式应符合 GB/T 7725-2022 的要求。
- ② 分体式空调器室内机组与室外机组的连接管，测试时的长度不应低于 5m，或按制造商规定，取较大值。连接管长度为实际长度，而非等效长度，对于连接操作中采用的弯头、管路分支、连接箱或其他过滤器等不计入该连接长度。对于作为空调器完整的一部分而自带的连接管，当制造商不推荐将该连接管截短后使用时，空调器应按照其附带连接管的完整长度进行测试。测试时，应有不少于 40% 长度的连接管置于室外侧环境中。测试时，连接管的直径规格、保温措施、安装细节、排空/抽真空和制冷剂充注等应符合制造商的相关规定；
- ③ 制冷系统密封性能参照 GB/T 7725-2022 的 6.3.1 规定。

F.2 被测机动态能效测试流程

动态能效测试按照如下工况顺序进行试验：①制热 A，②制冷 A，③制冷 B，④制冷 C，⑤制热 B，⑥制热 C。每个工况的试验流程参考如下测试流程：

- ① 按照表 B.1.3 的实验工况调节室外干球温度、室外湿球温度、室内初始干球温度、室内初始湿球温度，工况允差不超过表 B.2 工况允差，室内外试验工况至少需要稳定 10min。
- ② 开启被测空调器送风模式，同时监测被测空调器进风干球温度和出风干球温度，计算 5min 滑动窗口内的平均进出风干球温度差和平均进出风湿球温度差，应满足 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 范围要求，则关闭被测空调器。
- ③ 室内外试验工况再次稳定不低于 10min。
- ④ 工况稳定后，打开虚拟负荷计算软件，按照不同工况信息和被测样机信息如实输入测试参数，设置交互时间步长不高于 10s，不运行虚拟负荷计算软件。
- ⑤ 按照下列要求设置被测机：
 - a) 制冷运行测试的设定温度为 27°C ，制热运行测试的设定温度为 20°C 。
 - b) 制冷、制热试验过程中空调器室内机的风档设置为最高风档，导风板调整至最大出风角度位置，并且在动态试验过程中的室内风机转速不能高于噪音测试的室内风机最高转速（允许偏差为 50 转）。
 - c) 动态试验前的温度、风量和导风板角度的设置，应由检测人员按照家用空调的常规设置方式设置（即通过“增加”和“减少”按钮设置），温度、风量和导风板角度的

设置顺序不应做要求，禁止通过功能键、长按键或组合键设置。

- d) 关闭净化、除菌、节能等附加功能，电辅热默认出厂状态；制冷试验时，空调器处于“制冷模式”，制热试验时，空调器处于“制热模式”。
 - e) 制冷试验、制热试验时，不人为控制空调器室外机的风机转速、压缩机频率和节流装置的节流程度；试验中采用的控制逻辑，应为被测空调器的市场销售产品所使用的控制逻辑，不使用为试验专门设计的控制逻辑；试验中空调器的运行状态应由本机控制逻辑确定。
 - f) 空调器遥控器设置一次后，动态试验过程中不允许再次设置。
 - g) 被测样机在测试全过程禁止联网。
- ⑥ 开启空调器，被测空调器实时功率不断增大，当被测空调器瞬时功率不低于被测机额定制冷量的 3.0% 时，动态测试软件中的虚拟负荷模型开始动态调节室内环境温度，该时刻为动态测试开始计时的 0 时刻点。
 - ⑦ 测试过程中，保持室外侧干球温度和湿球温度不变，室内干球温度和湿球温度依据虚拟负荷软件计算的设定值进行调控，允差应满足表 B.3 所示动态工况允差：
 - ⑧ 同一工况进行动态能效测试时，以动态测试软件中的虚拟负荷模型开始动态调节室内环境温度作为实验起始时间的 0 时刻点，测试总时长为 4 小时；
 - ⑨ 一次试验完成后，保存测试数据，依次关闭虚拟负荷计算软件、被测样机（制冷试验开启送风模式运行至少 30min 再关闭）和焓差室工况机，打开受风室，开始进行下一个工况的动态试验，下一个工况稳定后关闭受风室。
 - ⑩ 完成所有动态试验的测试后，关闭虚拟负荷计算软件、被测样机和焓差室工况机，进行动态试验数据有效性判断。

F.3 动态能效测试数据有效性判断

动态能效测试每一个测试工况需进行有效性判断，满足 B.3.4.1 的全部要求，否则该工况试验无效。

F.4 季节动态能源消耗计算

符合有效性的测试工况，进行如下计算：

- a) 参考 B.4.1 计算制冷季节动态能源消耗效率、制冷季节动态制冷量、制冷季节动态耗电量；
- b) 参考 B.4.2 计算制热季节动态能源消耗效率、制热季节动态制冷量、制热季节动态耗电量；
- c) 参考 B.4.3 计算全年动态能源消耗效率；
- d) 参考 B.4.4 计算全年动态耗电量；

- e) 参考 B.4.5 计算全年动态综合能效指数。

附录 G
(规范性附录)
空调器对智能电网信号响应功能试验方法

G.1 目的

本附录规定了房间空气调节器（以下简称“空调器”）对智能电网信号响应功能的分类、技术要求、试验方法以及能效提升系数的确定。

G.2 术语与定义

G.2.1 启停控制 On-off Control

空调器响应电网信号，压缩机停止运行或者重新启动的能力。

G.2.2 功率控制 Load Adjustment

空调器响应电网信号，对其运行功率进行调节的能力。

G.2.3 能效提升系数 Energy Efficiency Improvement Factor (S_g)

用于量化空调器因具备并启用电网互动功能，而对全年动态能源消耗效率（DAPF）产生的积极修正系数。

G.3 技术要求

空调器具有与电网信号连接，接收和响应消费者授权的电网远程请求信号，并进行智能调控的功能。

G.3.1 层级 1：启停控制技术要求

层级1是电网信号响应的最基本形式，核心是在电网紧急情况下快速切除非必要负荷，保障电网安全，通过远程指令实现空调器的启停控制。

技术要求：

① 空调器应能通过通信网络，接收来自授权能源管理系统或电网调度中心的远程停机锁定指令，响应时间不超过1min，且在执行该指令的时间段内，不受本地用户除关机功能外的其他实时控制（如遥控器、面板按键、app、小程序发出的控制指令等）。

② 在空调器远程停机锁定期间，发出解除远程停机锁定指令后，空调器自动恢复至停机前的空调运行设置（运行模式、设定温度、风量、导风板角度等）。

③ 在空调器远程停机锁定期间，若本地用户发出关机指令，空调器关机，同时远程停机锁定断开。

④ 空调器的远程停机锁定期间，空调器应通过标识告知用户此时的状态。

G.3.2 层级 2：功率控制技术要求

层级2可实现对空调器运行功率的精细化管理，在不完全关闭设备的前提下，动态调整其用电负荷，平滑电网负荷曲线，实现“削峰填谷”。

技术要求：

- ① 空调器应能接收并解析功率调控指令（例如，以额定功率的百分比或绝对功率值形式下达）。在收到指令后，应在规定时间（如5min）内，通过调整压缩机频率、风机转速等可控参数，将整机运行功率稳定在目标范围内。在功率限制期内的平均功率与目标功率的偏差不超过±5%，功率波动不超过5%。
- ② 在空调器远程功率控制期间，若用户在本地发出关机指令，空调器关机，同时远程功率控制断开。
- ③ 空调器的远程功率控制期间，空调器应通过标识告知用户此时的状态。

G.4 试验方法

G.4.1 试验工况

对于层级 1：启停控制试验，室内侧与室外侧的工况不作要求。

对于层级 2：功率控制试验，按照表 G.1 中的要求作为试验工况。

表 G.1 智能电网响应功能层级 2 试验工况

	室内侧工况		室外侧工况	
	干球温度(°C)	湿球温度(°C)	干球温度(°C)	湿球温度(°C)
制冷	27	19	35	-
制热	20	-	7	6

G.4.2 试验要求

制造商提供远程服务接口，与空调器联接，实现层级 1 或层级 2 的智能电网信号响应功能。

在进行启停控制和功率控制试验前，按照制造商说明打开智能电网响应功能。

在进行功率控制试验前，按照制造商说明打开智能电网响应功能，并将空调遥控器设置为 16°C（制冷试验）和 30°C（制热试验）。

其他要求见 B.3.2 试验要求。

G.4.3 试验方法

G.4.3.1 启停控制试验

● 步骤及要求：

- (1) 室内侧和室外侧的环境工况不作要求。
- (2) 按照制造商说明发送开启“智能电网响应”功能信号。
- (3) 空调器运行10min后，开始启停控制试验。记录其运行设置（运行模式、设定温度、风量、导风板角度等）。
- (4) 按照制造商说明发送“远程停机锁定”指令后，记录指令发出时刻 T_0 和空调器压缩机停止时刻 T_1 ， T_1-T_0 应 $\leq 60s$ ，在 T_1 时刻空调器功率降低至额定制冷量的3.0%以下。此时，空调器应有远程停机锁定状态指示，本地用户使用遥控器或者面板调节室内温度，空调器不响应。
- (5) 等待5min，按照制造商说明发送“解除远程停机锁定”指令，记录指令发出时刻 T_2 和空调器压缩机重启时刻 T_3 ， T_3-T_2 应 $\leq 5s$ ，在 T_3 时刻空调器恢复停机之前的运行设置（运行模式、设定温度、风量、导风板角度等）。此时，空调器的远程停机锁定状态指示应取消，本地用户使用遥控器或者面板开机或者调节室内温度，空调器能够响应该指令。
- (6) 按照制造商说明再次发送“远程停机锁定”指令后，等待5min，本地用户使用遥控器或者面板关机，空调关机。此时，空调器的远程停机锁定状态指示应取消。

G.4.3.2 功率控制试验

● 步骤：

- (1) 按照制造商说明发送开启“智能电网响应”功能的指令。
- (2) 制冷试验中，室内外环境温度稳定后，开启空调器。空调遥控器设置为16℃，室内风机设置为最高风档，导风板调节到最大出风角度。空调器开启20min后，开始负荷调节能力试验。
- (3) 制热试验中，室内外环境温度稳定后，开启空调器。空调遥控器设置为30℃，室内风机设置为最高风档，导风板角调节到最大出风角度。空调器开启20min后，开始负荷调节能力试验。
- (4) 按照制造商说明发送“功率限制”指令，目标值为 $75\% \times P_{\text{额定}}$ ，持续时间30min，记录指令发出后第10min的功率值，以及整个30min功率限制期内的平均功率 P_{DR1} 。

- (5) 按照制造商说明发送“功率限制”指令，目标值为 $50\% \times P_{\text{额定}}$ ，持续时间30min，记录指令发出后第10min的功率值，以及整个30min功率限制期内的平均功率 P_{DR2} 。
- (6) 按照制造商说明发送“功率限制”指令，目标值为 $30\% \times P_{\text{额定}}$ ，持续时间30min，记录指令发出后第10min的功率值，以及整个30min功率限制期内的平均功率 P_{DR3} 。

● 要求：

- (1) 响应时间：指令发出后10min内，功率应达到目标功率的95%~105%之间。
- (2) 准确性： P_{DR1} 、 P_{DR2} 、 P_{DR3} 在目标功率的95%~105%之间。
- (3) 稳定性：在75%、50%、30%的30min功率限制期内的功率波动不超过5%，功率波动

按下式计算。

$$\text{功率波动} = \frac{30\text{min 功率标准差}}{30\text{min 平均功率}} \times 100\%$$

(4) 空调器可以检测实时运行功率并上传至云平台，数据上传频次不应低于5min/条，并可以通过厂家提供的方法查看。

G.5 能效提升系数的确定

G.5.1 定义

能效提升系数 S_g 是用于修正空调器全年动态能源消耗效率（DAPF）的乘数因子，反映了空调器对智能电网信号响应功能，通过优化运行时间、避开电网峰值时段所带来的间接效益。

G.5.2 能效提升系数取值

S_g 可根据空调器达到的功能层级，采用表G.2中的默认值。

表G.2 能效提升系数取值表

功能层级	描述	能效提升系数	依据说明
无	不具备电网互动功能	1.000	基准，无修正。
层级 1	具备通断调控能力	1.020	可通过简单的时间控制避免部分峰值用电，潜力有限。
层级 2	具备负荷调节能力	1.050	可根据电网或上级调控中心功率调控指令，调节自身用电功率。

附录 H
(规范性附录)
空调器常用制冷剂全球变暖潜值(GWP)

空调器常用制冷剂全球变暖潜值（GWP）采用 GWP100，数值参见表 H.1，未列出的制冷剂的 GWP 值参见联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）通过的第四次评估报告（the Fourth Assessment Report adopted by the IPCC）。

表 H.1 空调器常用制冷剂全球变暖潜值（GWP100）

制冷剂编号	化学分子式 (或组分质量分数%)	GWP100 值
R290 (HC-290)	CH ₃ CH ₂ CH ₃	3.3
R32 (HFC-32)	CH ₂ F ₂	675
R125 (HFC-125)	CHF ₂ CF ₃	3500
R410A	R32/125 (50/50)	2088
R1234yf (HFO-1234yf)	CF ₃ CF=CH ₂	0.501
R454B	R32/1234yf (68.9/31.1)	465
R454C	R32/1234yf (21.5/78.5)	146
...		