

ICS xx.xxx

J xx



# 中国制冷空调工业协会标准

T/CRAAS XXX—20XX

---

## 户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能评价

Evaluation of intelligent control performance of dynamic load operation  
of household and similar air conditioners

(征求意见稿)

20xx-xx-xx发布

20xx-xx-xx实施

---

中国制冷空调工业协会 发布

## 重要声明

## 安全建议

本协会竭力推荐制冷空调产品或系统的设计、制造、安装、维修及保养执行国家认可的安全规范和标准。

作为行业协会，中国制冷空调工业协会力求在制定本协会标准时，采用当前的技术工艺水平和成熟有效的实践经验。但是，中国制冷空调工业协会不保证按照这些标准进行的任何实践无害或没有风险。

# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 技术要求 .....	2
5 试验要求和方法 .....	2
6 评分与等级 .....	5
附录 A 动态负荷运行控制方法 .....	9
附录 B 基准耗电量 .....	10
附录 C 动态负荷运行性能评价指标计算方法 .....	13

## 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。

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。

本文件是首次制定。

本规范由中国制冷空调工业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：小米科技（武汉）有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、四川长虹电器股份有限公司、创维空调科技（安徽）有限公司等。

本文件参加起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件参加起草人：XXX。

本文件于 XXX 年 XXX 月 XXX 日通过中国制冷空调工业协会技术委员会审查。

本文件于 XXX 年 XXX 月 XXX 日经中国制冷空调工业协会理事长审核批准。

本文件由中国制冷空调工业协会技术与标准法规部负责解释。

## 引 言

本文件为规范家用及类似用途空调动态负荷运行智能调控的技术要求、试验要求和试验方法，提供了依据。

本文件在制定过程中，规范编制组开展了相关专题研讨，在总结国内家用空调动态运行测试技术和评价方法相对成熟经验的基础上，吸收近年来众多有代表性专业企业实践成果，并以多种方式广泛征求了全国各有关单位和行业专家的意见，最终形成本规范。

本文件在实施过程中，希望各单位注意总结经验、积累资料，如发现需要修改和补充之处，请随时将有关意见和建议反馈给中国制冷空调工业协会，以便今后修订时参考。

# 家用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能评价

## 1 范围

本文件规定了家用及类似用途空调动态负荷运行智能调控的技术要求、试验要求和试验方法。

本文件适用于采用空气冷却冷凝器、全封闭转速可控型电动压缩机，额定制冷量在14000W 及以下的家用和类似用途空调器（简称空调器）。其他类型空调器可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对本规范的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，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（包括所有修改单）适用于本文件。

GB/T 7725—2022 房间空气调节器

GB 21455-2019 房间空气调节器能效限定值及能效等级

ISO 7726 热环境人类工效学 物理量测量仪器

GB/T 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全通用要求

GB/T 4706.32-2012 家用和类似用途电器的安全热泵、空调器和除湿机的特殊要求

JGJ 75-2012 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准

陆耀庆.实用供热空调设计手册(第二版)

## 3 术语和定义

### 3.1 动态负荷

在规定试验工况和试验条件下，为调节测试房间达到不同的目标工况，测试空调器投入的实时运行负荷。详见附录 A.1。

### 3.2 第一控温阶段

在规定试验工况和试验条件下，测试空调器累计运行时间在 0~4h 期间，为第一控温阶段，在此运行期间，室内目标内环温为 26℃。详见附录图 A-1。

### 3.3 第二控温阶段

在规定试验工况和试验条件下，测试空调器累计运行时间在 4~6h 期间，为第二控温阶段，在此运行期间，室内目标内环温为 24℃。详见附录图 A-1。

### 3.4 第三控温阶段

在规定试验工况和试验条件下，测试空调器累计运行时间在 6~8h 期间，为第三控温阶段，在此运行期间，室内目标内环温为 22℃。详见附录图 A-1。

### 3.5 基准耗电量

在规定的试验工况和试验条件下，为维持测试房间在目标工况，抵消室内热湿负荷所需热量的等效电量。详见附录 A.3。

## 4 技术要求

### 4.1 安全要求

测试空调器应符合 GB/T 4706-2005、GB/T4706.32-2012 的规定。

### 4.2 性能要求

测试空调器应符合 GB/T 7725-2022 的规定。

### 4.3 国标能效要求

测试空调器应符合 GB 21455-2019 的规定。

### 4.4 技术指标

#### 4.4.1 节能量

按照 5.6 方法试验时，测试空调的节能量得分应符合 6.1.1 的规定。

#### 4.4.2 节能率

按照 5.6 方法试验时，测试空调的节能率得分应符合 6.1.2 的规定。

#### 4.4.3 达温时间

按照 5.6 方法试验时，测试空调器的达温时间得分应符合 6.1.3 的规定。

#### 4.4.4 控温超调量

按照 5.6 方法试验时，测试空调器的控温超调量得分应符合 6.1.4 的规定。

#### 4.4.5 控温超调时间

按照 5.6 方法试验时，测试空调器的控温超调时间得分应符合 6.1.5 的规定。

#### 4.4.6 控温超调区数

按照 5.6 方法试验时，测试空调器的控温超调区数得分应符合 6.1.6 的规定。

#### 4.4.7 控温精度

按照 5.6 方法试验时，测试空调器的控温精度得分应符合 6.1.7 的规定。

#### 4.4.8 控温能力

按照 5.6 方法试验时，测试空调器的控温能力得分应符合 6.1.8 的规定。

## 5 试验要求和方法

### 5.1 检测实验室

家用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控试验要求在舒适性环境实验室完成各项测试项目。如图 1 所示，舒适性环境实验室分为室内套间和室外套间，室内套间和室外套

间之间的围护结构以及室外套间与周围环境之间的围护结构要求为保温库板。室外套间和室内套间环境的温湿度参数可通过两套工况机独立调控，营造不同的试验环境条件。

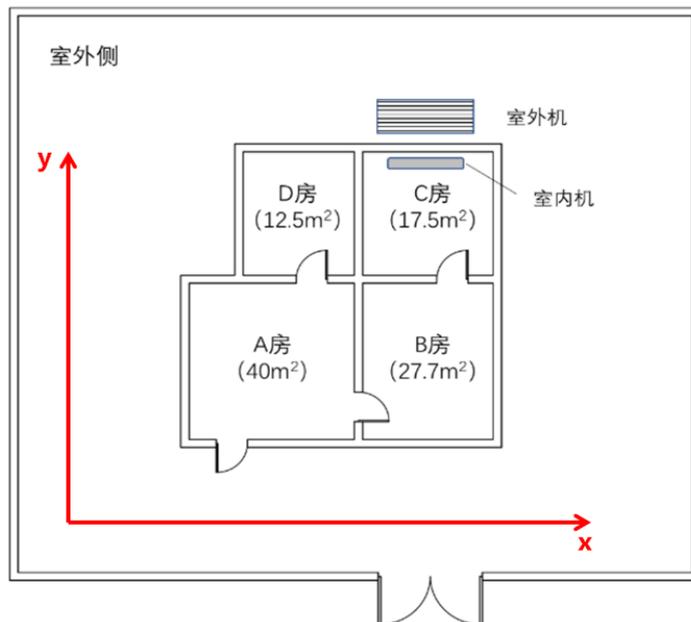


图 1 舒适性环境实验室平面图

本标准规定的内侧实验室房间面积按照下表 1。

表 1 推荐内侧实验房间面积

额定制冷量 CC/(W)	内侧实验房间面积/(m <sup>2</sup> )
2300 < CC ≤ 2500	10 ± 3
2500 < CC ≤ 3400	15 ± 3
3400 < CC ≤ 4900	20 ± 5
4900 < CC ≤ 8000	30 ± 10
8000 < CC ≤ 14000	50 ± 15

本标准规定测试用实验室为舒适性环境实验室，实验室房间围护结构热工参数应满足下表 2 的规定：

表 2 实验室房间为结构热工参数

围护结构类型	热工参数要求
屋顶	传热系数 ≤ 1.75(W/m <sup>2</sup> ·K)
地板	传热系数 ≤ 1.75(W/m <sup>2</sup> ·K)
外墙	传热系数 ≤ 0.75(W/m <sup>2</sup> ·K)
内墙（隔墙）	传热系数 ≤ 0.75(W/m <sup>2</sup> ·K)
窗户（玻璃+合金窗框）	综合传热系数 ≤ 3.00(W/m <sup>2</sup> ·K)
门（常规木质门）	综合传热系数 ≤ 3.00(W/m <sup>2</sup> ·K)

根据《JGJ 75-2012 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》的相关规定，外窗的通风开口面积不应小于房间地面面积的 10%或外窗面积的 45%；

## 5.2 监测点设置

实验室温度检测点布置如下：

水平宽度方向：距离墙面 0.5m 处开始布置测点，间隔为 0.5m，A 室、B 室、C 室和 D 室宽度方向（x 轴方向）各布置 7/5/5/3 排测温点。

水平长度方向：距离墙面 0.5m 处开始布置测点，间隔为 0.5m，A 室、B 室、C 室和 D 室长度方向（y 轴方向）各布置 9/9/5/5 排测温点。

垂直方向：第一个测点离地高 0.1m，模拟人体脚踝位置高度。每隔 0.3m 布置一个测点，共 10 个测点，涵盖了所有人体活动区间。

维护结构：在实验室的四面墙体的埋入温度传感器，代表维护结构的测温点。围护结构测温点的布点要求，在立面方向上定位在墙面的形心位置，埋入的深度为墙体厚度的中心位置。

## 5.3 测试空调安装要求

测试空调器室内机根据 5.1 的规定，根据测试空调器的额定制冷量选择对应的测试房间，安装高度为 2.3m ± 0.1m（空调器室内机下沿距地面高度），且要求测试空调器顶部的上部 15cm 以内的空间没有其他遮挡物。测试空调器室外机安装在靠近角落位置上(按样机能最近距离靠近墙角)。空调器室安装在靠近角落位置上(按样机能最近距离靠近墙角)。测试空调器室外机安装在室外套间中。其他条件按 GB/T 7725 相关规定执行。

## 5.4 试验条件

空调器按表 3 工况进行试验，其装置和设备的准确度要求应符合 GB/T 7725-2022 的相关规定。

表 3 试验工况

工况条件	室外侧		室内侧初始工况	
	干球温度/°C	湿球温度/°C	干球温度/°C	湿球温度/°C
测试工况	35	24(RH40%)	32	-
初始内墙温	32			
注： 1.工况允许温度偏差不得超过国标 GB/T 7725-2022 允许的偏差； 2.空调开机时刻，室内外实时平均温度不应超过目标温度的±0.3°C； 3.空调开机时刻，内墙实时平均温度不应超过目标温度的±0.2°C；				

## 5.5 测试用仪器仪表

测试用仪器仪表的特性应满足表 4 的要求，其他测量仪器要求见 ISO 7726

表 4 测试用仪器仪表参数要求

测量参数	测量范围	测量精度	响应时间	备注
空气温度	-20°C~70°C	±0.1°C	10s 或者更短	
空气湿度	15%~95%	±2%	10s 或者更短	
维护结构温度	-20°C~70°C	±0.1°C	10s 或者更短	包括但不限于墙体和屋顶

## 5.6 性能试验方法

按照上述试验要求，将测试空调器安装在符合规定的舒适性检测房间（本标准测试房间室内面积满足  $20\pm 5\text{m}^2$ ），打开检测室工况机设备，调节检测室的室外套间和室内套间的环境工况，待检测室的室外套间和室内套间的环境达到目标工况且稳定时间不低于 30min，开启测试空调器，开始试验。

### 5.6.1 常规模式动态负荷运行试验

在规定的试验工况和试验条件下，空调器开机后，执行常规模式，设定目标内环温为  $26^\circ\text{C}$  开机，运行至 4h 时，将目标内环温设定为  $24^\circ\text{C}$ （不停机）；运行至 6h 时，将目标内环温设定为  $22^\circ\text{C}$ （不停机）；空调器运行至 8h 时，停机结束测试。

### 5.6.2 节能模式动态负荷运行试验

在规定的试验工况和试验条件下，空调器开机后，执行节能模式，设定目标内环温为  $26^\circ\text{C}$  开机，运行至 4h 时，将目标内环温设定为  $24^\circ\text{C}$ （不停机）；运行至 6h 时，将目标内环温设定为  $22^\circ\text{C}$ （不停机）；空调器运行至 8h 时，停机结束测试。

## 6 评分与等级

### 6.1 评分

#### 6.1.1 节能量得分

测试空调器节能量得分具体评分按照下表 5 的规定。

表 5 节能量得分

得分		2	2~4	4~6	6~8	10
运行 4h	节能量/ $\text{kW}\cdot\text{h}$	$\leq 0.4$	(0.4, 0.6]	(0.6, 0.8]	(0.8, 1]	$> 1$
运行 6h	节能量/ $\text{kW}\cdot\text{h}$	$\leq 0.6$	(0.6, 0.8]	(0.8, 1]	(1, 1.2]	$> 1.2$
运行 8h	节能量/ $\text{kW}\cdot\text{h}$	$\leq 0.9$	(0.9, 1.1]	(1.1, 1.3]	(1.3, 1.5]	$> 1.5$

空调器运行节能量总得分按照下式（1）计算：

$$\text{节能量总得分} = \sum(0.7 \times \text{运行 4h 节能量得分} + 0.2 \times \text{运行 6h 节能量得分} + 0.1 \times \text{运行 8h 节能量得分}) \quad (1)$$

#### 6.1.2 节能率得分

测试空调器节能率得分具体评分按照下表 6 的规定。

表 6 节能率得分

得分		2	2~4	4~6	6~8	10
运行 4h	节能率/%	$\leq 20$	(20, 30]	(30, 40]	(40, 50]	$> 50$
运行 6h	节能率/%	$\leq 10$	(10, 20]	(20, 30]	(30, 40]	$> 40$
运行 8h	节能率/%	$\leq 5$	(5, 10]	(10, 20]	(20, 30]	$> 30$

空调器运行节能率总得分按照下式（2）计：

$$\text{节能率总得分} = \sum(0.7 \times \text{运行 4h 节能率得分} + 0.2 \times \text{运行 6h 节能率得分} + 0.1 \times \text{运行 8h 节能率得分}) \quad (2)$$

### 6.1.3 达温时间得分

空调器达温时间得分的具体评分按照下表 7 计分，各区间采用线性赋分。

表 7 达温时间得分

得分	10	8~6	6~4	4~2	2
第一控温阶段 达温时间/min	≤25	(25, 35]	(35, 45]	(45, 60]	>60
第二控温阶段 达温时间/min	≤20	(20, 30]	(30, 40]	(40, 50]	>50
第三控温阶段 达温时间/min	≤20	(20, 30]	(30, 40]	(40, 50]	>50

空调器达温时间总得分按照下式 (3) 计算：

$$\text{达温时间总得分} = \sum(0.7 \times \text{第一控温阶段达温时间得分} + 0.2 \times \text{第二控温阶段达温时间得分} + 0.1 \times \text{第三控温阶段达温时间得分}) \quad (3)$$

### 6.1.4 控温超调量得分

空调器控温超调量得分的具体评分按照下表 8 计分，各区间采用线性赋分。

表 8 控温超调量得分（取绝对值）

得分	10	8~6	6~4	4~2	2
第一控温阶段 控温超调量/°C	≤0.5	(0.5, 1.0]	(1.0, 1.5]	(1.5, 2.0]	>2.0
第二控温阶段 控温超调量/°C	≤0.5	(0.5, 0.8]	(0.8, 1.2]	(1.2, 1.5]	>1.5
第三控温阶段 控温超调量/°C	≤0.5	(0.5, 0.8]	(0.8, 1.2]	(1.2, 1.5]	>1.5

注：，如果运行过程不达温则按最低评分制赋分

空调器控温超调量总得分按照下式 (4) 计算：

$$\text{控温超调量总得分} = \sum(0.7 \times \text{第一控温阶段控温超调量得分} + 0.2 \times \text{第二控温阶段控温超调量得分} + 0.1 \times \text{第三控温阶段控温超调量得分}) \quad (4)$$

### 6.1.5 控温超调时间得分

空调器控温超调时间得分的具体评分按照下表 9 计分，各区间采用线性赋分。

表 9 控温超调时间得分

得分	10	8~6	6~4	4~2	2
第一控温阶段 控温超调时间/min	≤25	(25, 35]	(35, 45]	(45, 60]	>60
第二控温阶段 控温超调时间/min	≤20	(20, 30]	(30, 40]	(40, 50]	>50
第三控温阶段 控温超调时间/min	≤20	(20, 30]	(30, 40]	(40, 50]	>50

空调器控温超调时间总得分按照下式（5）计算：

$$\text{控温超调时间总得分} = \sum(0.7 \times \text{第一控温阶段控温超调时间得分} + 0.2 \times \text{第二控温阶段控温超调时间得分} + 0.1 \times \text{第三控温阶段控温超调时间得分}) \quad (5)$$

#### 6.1.6 控温超调区数

各控温阶段，空调器控温超调区数得分的具体评分按照下表 10 计分。

表 10 控温超调区数得分

得分	10	8	6	4	2
第一控温阶段 控温超调区数/个	≤1	2	3	4	≥5
第二制控温阶段 控温超调区数/个	≤1	2	3	4	≥5
第三控温阶段 控温超调区数/个	≤1	2	3	4	≥5

空调器控温超调区数总得分按照下式（6）计算：

$$\text{控温超调区数总得分} = \sum(0.7 \times \text{第一控温阶段控温超调区数得分} + 0.2 \times \text{第二控温阶段控温超调区数得分} + 0.1 \times \text{第三控温阶段控温超调区数得分}) \quad (6)$$

#### 6.1.7 控温精度得分

空调器控温精度得分的具体评分按照下表 11 计分，各区间采用线性赋分。

表 11 控温精度得分(取绝对值)

得分	10	8~6	6~4	4~2	2
第一控温阶段 控温精度/°C	≤0.5	(0.5, 1.0]	(1.0, 1.5]	(1.5, 2.0]	>2.0
第二控温阶段 控温精度/°C	≤0.5	(0.5, 0.8]	(0.8, 1.2]	(1.2, 1.5]	>1.5
第三控温阶段 控温精度/°C	≤0.5	(0.5, 0.8]	(0.8, 1.2]	(1.2, 1.5]	>1.5

空调器控温精度总得分按照下式（7）计算：

$$\text{控温精度总得分} = \sum(0.7 \times \text{第一控温阶段控温精度得分} + 0.2 \times \text{第二控温阶段控温精度得分} + 0.1 \times \text{第三控温阶段控温精度得分}) \quad (7)$$

#### 6.1.8 控温能力得分

空调器控温能力得分的具体评分按照下表 12 计分，各区间采用线性赋分。

表 12 控温能力得分

得分	10	8~6	6~4	4~2	2
第一控温阶段 控温能力/°C	≤0.5	(0.5, 0.8]	(0.8, 1.2]	(1.2, 1.5]	>1.5
第二控温阶段 控温能力/°C	≤0.3	(0.3, 0.6]	(0.6, 1.0]	(1.0, 1.2]	>1.2
第三控温阶段 控温能力/°C	≤0.3	(0.3, 0.6]	(0.6, 1.0]	(1.0, 1.2]	>1.2

空调器控温能力总得分按照下式（8）计算：

$$\text{控温能力总得分} = \Sigma(0.7 \times \text{第一控温阶段控温能力得分} + 0.2 \times \text{第二控温阶段控温能力得分} + 0.1 \times \text{第三控温阶段控温能力得分}) \quad (8)$$

## 6.2 评价指标得分权重

空调器运行节能各项评价指标得分权重按照下表 13。

表 13 空调器运行节能评价指标权重分配

试验项目	评价指标	分项总得分满分	权重
常规模式节能	节能量	10 分	15%
	节能率	10 分	5%
节能模式节能	节能量	10 分	10%
	节能率	10 分	5%
达温时间		10 分	10%
控温超调量		10 分	10%
控温超调时间		10 分	10%
控温超调区数		10 分	10%
控温精度		10 分	12.5%
控温能力		10 分	12.5%

## 6.3 评级

评价家用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控节能水平等级，采用 5 星级评分制，5 星为最高等级。各星级空调器的节能评分数值应符合下 14 的规定。

表 14 家用变频空调器动态负荷需求运行节能水平等级

星级	评价得分
★★★★★	≥ 9
★★★★	[8.0, 8.9]
★★★	[7.0, 7.9]
★★	[6.0, 6.9]
★	< 6.0

## 附录 A 动态负荷运行控制方法

如图 A-1 所示，具体要求为：在规定的试验工况和试验条件下，空调器开机后，执行常规模式（或节能模式），设定目标内环温为 26℃ 开机，运行至 4h 时，将目标内环温设定为 24℃（不停机）；运行至 6h 时，将目标内环温设定为 22℃（不停机）；空调器运行至 8h 时，停机结束测试。

测试过程中，内风机保持最高风档运行，导风板维持默认位置，压缩机自由运行，外风机自由运行，节流元器件自由运行。

测试人员，记录各控温阶段，测试空调器的耗电量、达温时间、控温超调量、控温超调时间、控温超调区数、控温精度以及控温能力的测试数据。

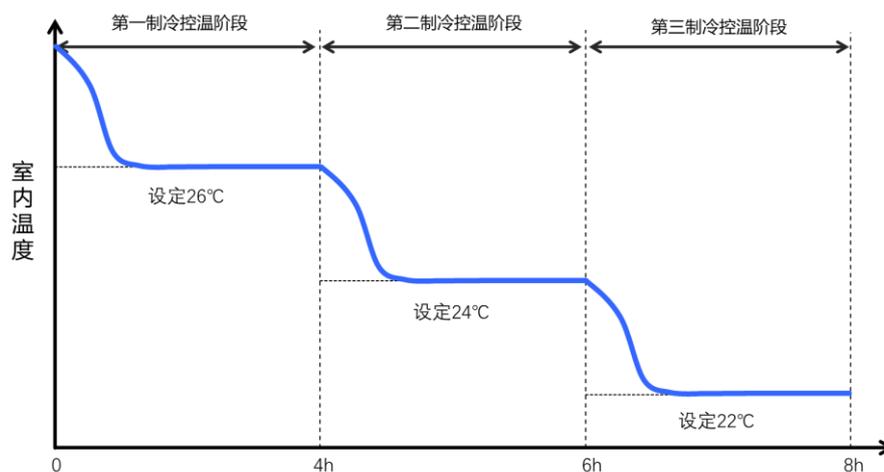


图 A-1 空调器动态负荷控制示意图

技术要求：

- 1.室内温度由待测空调器室内机所在房间的试验台热电偶采集的平均室内温度；

## 附录 B 基准耗电量

基于房间逐时负荷的相关理论，计算测试房间在动态负荷运行过程中为维持在目标工况需要投入的总热湿负荷，将总热湿负荷值对应的热量转变为等效电能，本标准认为通过该方法得到的电能是空调器在动态负荷运行过程中所需的基准耗电量，即最大耗电量。

按照《实用供热空调设计手册(第二版)》第 20 章 空调负荷计算中的相关规定，结合试验实验室的实际情况，计算测试房间的得热情况时，主要考虑通过围护结构传入室内的热量，其他情况可以忽略不计。

由于建筑围护结构得热受到多种复杂因素的综合影响，在实际测试过程中，大部分计算指标参数难以获取。因此，在对计算精度要求不是十分严格且能够对房间部分得热进行简化计算的场景，可以认为空调器在运行过程中消耗的大部分电能，一方面用于调节室内空气状态达到目标设定工况，另一方面用于抵消围护结构传入室内的热量。其中空调器输出了冷量在抵消围护结构传入室内的热量同时，由于围护结构表面和室内空气存在温差，这就无法避免地使得空调器输出的部分冷量也会被围护结构吸收储存。

### (1) 围护结构传热量

测试房间围护结构传热量按照下式 (B1) 计算：

$$Q_{\text{围护结构传热量}} = KF(t_w - t_n) \quad (\text{B-1})$$

式中，

$Q_{\text{围护结构传热量}}$ ——室外空间通过围护结构传入室内的冷负荷， $Kw \cdot h$ ；

$K$ ——围护结构传热系数， $W/(m^2 \cdot K)$ ；

$F$ ——围护结构计算面积， $m^2$ ；

$t_w$ ——室外实时计算温度， $^{\circ}C$ ；

$t_n$ ——室内实时计算温度， $^{\circ}C$ ；

### (2) 围护结构蓄热量

在房间室内空气状态发生变化时，由于室内空气与围护结构之间存在换热温差温差，导致空气中的热量转移并存储在围护结构中的热量按照下式 (B-2) 计算：

$$Q_{\text{围护结构蓄热量}} = C \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta t \cdot \varepsilon \quad (\text{B-2})$$

式中，

$Q_{\text{围护结构蓄热量}}$ ——围护结构从室内空气中吸收存储的冷负荷， $Kw \cdot h$ ；

$C$ ——维护结构比热容， $KJ/kg \cdot K$ ；

$\rho$ ——维护结构密度， $kg/m^3$ ；

$V$ ——围护结构体积， $m^3$ ；

$\Delta t$ ——围护结构温度变化量， $^{\circ}C$ ；

$\varepsilon$ ——围护结构温差变化修正系数；

### (3) 空气负荷热量

将测试房间室内视为一个理想的密封空间，室内空气状态发生改变时所需的热量可以通过空气焓差法来计算，具体按照下式（B-3）：

$$Q_{\text{空气状态变化所需热量}} = \frac{(h_1 \cdot \rho_1 - h_2 \cdot \rho_2) \cdot V_{\text{空气}}}{3600} \quad (\text{B-3})$$

式中，

$Q_{\text{空气状态变化所需热量}}$ ——室内空气状态发生改变所需的冷负荷， $Kw \cdot h$ ；

$h_1$ ——初始状态湿空气焓值， $KJ/kg$ ，（其中， $h = 1.006t_n + d(2501 + 1.86t_n)$ ， $d$ 为室内空气含湿量，可以通过实验室检测的室内空气干球温度和空气湿球温度计算得到）

$h_2$ ——最终稳定状态湿空气焓值， $KJ/kg$ ；

$\rho_1$ ——初始状态湿空气密度， $kg/m^3$ ；

$\rho_2$ ——最终稳定状态湿空气密度， $kg/m^3$ ；

$V_{\text{空气}}$ ——室内空气容积， $m^3$ ；

通过上述房间逐时负荷的相关理论，可知影响房间负荷的关键因素就是室内环境状态 and 室外环境状态的差异。根据附录 A-1 中空调器动态负荷控制方法对室内工况的调控要求，可以得到如下图 B-1 所示的基准耗电量控温曲线。

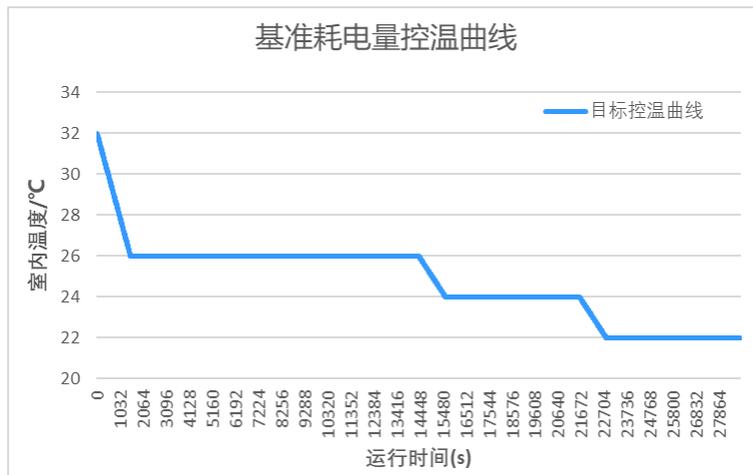


图 B-1 基于空调器动态负荷控制方法的基准耗电量室内目标控温曲线

基准耗电量控温曲线的具体描述为：室内初始内环为  $32^{\circ}\text{C}$ ，要求在  $25\text{min}$  内室内平均内环达到  $26^{\circ}\text{C}$ ，维持室内环境在当前状态；运行至  $4\text{h}$  时，调整室内目标内环温为  $24^{\circ}\text{C}$ ，且要求在  $20\text{min}$  内室内平均内环达到  $24^{\circ}\text{C}$ ，维持室内环境在当前状态；运行至  $6\text{h}$  时，调整室内目标内环温为  $22^{\circ}\text{C}$ ，且要求在  $20\text{min}$  内室内平均内环达到  $22^{\circ}\text{C}$ ，维持室内环境在当前状态直至时间达到  $8\text{h}$ 。

根据上述式（B-1）、式（B-2）和式（B-3）计算测试房间在基准耗电量控温曲线调控状态下的室内总热湿负荷，数据汇总为下表 B-1。

表 B-1 基准耗电量控温曲线下的室内热湿负荷计算表

累计运行时间	房间冷负荷组成			
	围护结构传热 负荷 KW·h	围护结构蓄热 负荷 KW·h	室内空气负荷 KW·h	合计
4h	0.83	12.47	0.27	13.57 KW·h
6h	1.35	17.82	0.35	19.60 KW·h
8h	1.95	23.10	0.43	25.48 KW·h

注:

- 上述计算用的房间尺寸参数为 3.6m\*4.8m\*3m (长\*宽\*高), 外窗尺寸参数为 1.45m\*1.15m (宽\*高), 门尺寸参数为 0.8m\*2.1m (宽\*高);
- 围护结构热工参数按照 5.1 节的要求表 2 取值;

根据《GB 21455-2019 房间空气调节器能效限定值及能效等级》规定的额定制冷能量 (CC)≤4500W, 能效等级为 1 级能效 (APF≥5.0) 的空调器, 结合表 B-1 的计算结果转换成空调器的基准耗电量, 具体按照表 B-2。

表 B-2 基准耗电量

控温阶段	累计运行时间	基准耗电量 KW·h
第一控温阶段	4h	2.5
第二控温阶段	6h	4
第三控温阶段	8h	5

注:

- 为便于计算, 部分计算结果进行了取整处理;
- 表 B-2 计算结果仅适用于额定制冷能量(CC)=3600W(1.5 匹), 能效等级为 1 级能效, 且测试房间为 20±5m<sup>2</sup> 的空调器, 其他场景可参照使用;

## 附录 C 动态负荷运行性能评价指标计算方法

## C.1 节能量

在规定的试验工况和试验条件下，测试空调器运行常规模式的节能量和运行节能模式的节能量，具体按照下式（C-1）和式（C-2）计算，单位 kW·h。

$$Q_{\text{常规模式节能量}} = \begin{cases} Q_{\text{常规模式耗电量}_{0-4\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-4\text{h}}} & \text{(累计运行 4h 常规模式节能量)} \\ Q_{\text{常规模式耗电量}_{0-6\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-6\text{h}}} & \text{(累计运行 6h 常规模式节能量)} \\ Q_{\text{常规模式耗电量}_{0-8\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-8\text{h}}} & \text{(累计运行 8h 常规模式节能量)} \end{cases} \quad \text{(C-1)}$$

$$Q_{\text{节能模式节能量}} = \begin{cases} Q_{\text{节能模式耗电量}_{0-4\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-4\text{h}}} & \text{(累计运行 4h 节能模式节能量)} \\ Q_{\text{节能模式耗电量}_{0-6\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-6\text{h}}} & \text{(累计运行 6h 节能模式节能量)} \\ Q_{\text{节能模式耗电量}_{0-8\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-8\text{h}}} & \text{(累计运行 8h 节能模式节能量)} \end{cases} \quad \text{(C-2)}$$

式中，

$Q_{\text{常规模式节能量}}$ ——空调器常规模式动态负荷运行节能量，kW·h；

$Q_{\text{节能模式节能量}}$ ——空调器节能模式动态负荷运行节能量，kW·h；

$Q_{\text{常规模式耗电量}}$ ——按 5.6.1 的要求，在规定的试验工况和试验条件下，空调器运行常规模式的累计耗电量，kW·h；

$Q_{\text{节能模式耗电量}}$ ——按 5.6.2 的要求，在规定的试验工况和试验条件下，空调器运行节能模式的累计耗电量，kW·h；

$Q_{\text{基准耗电量}}$ ——按附录 B-2 中表 B-2 取值，kW·h；

## C.2 节能率

在规定的试验工况和试验条件下，测试空调器运行常规模式的节能率和运行节能模式的节能率，具体按照下式（C-3）和式（C-4）计算，单位%。

$$\varnothing_{\text{常规模式节能率}} = \begin{cases} \frac{Q_{\text{常规模式耗电量}_{0-4\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-4\text{h}}}}{Q_{\text{基准耗电量}_{0-4\text{h}}}} & \text{(累计运行 4h 常规模式节能率)} \\ \frac{Q_{\text{常规模式耗电量}_{0-6\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-6\text{h}}}}{Q_{\text{基准耗电量}_{0-6\text{h}}}} & \text{(累计运行 6h 常规模式节能率)} \\ \frac{Q_{\text{常规模式耗电量}_{0-8\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-8\text{h}}}}{Q_{\text{基准耗电量}_{0-8\text{h}}}} & \text{(累计运行 8h 常规模式节能率)} \end{cases} \quad \text{(C-3)}$$

$$\varnothing_{\text{节能模式节能率}} = \begin{cases} \frac{Q_{\text{节能模式耗电量}_{0-4\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-4\text{h}}}}{Q_{\text{基准耗电量}_{0-4\text{h}}}} & \text{(累计运行 4h 常规模式节能率)} \\ \frac{Q_{\text{节能模式耗电量}_{0-6\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-6\text{h}}}}{Q_{\text{基准耗电量}_{0-6\text{h}}}} & \text{(累计运行 6h 常规模式节能率)} \\ \frac{Q_{\text{节能模式耗电量}_{0-8\text{h}}} - Q_{\text{基准耗电量}_{0-8\text{h}}}}{Q_{\text{基准耗电量}_{0-8\text{h}}}} & \text{(累计运行 8h 常规模式节能率)} \end{cases} \quad \text{(C-4)}$$

式中，

$\varnothing_{\text{常规模式节能率}}$ ——空调器常规模式动态负荷运行节能率，%；

$\phi_{\text{节能模式节能率}}$ ——空调器节能模式动态负荷运行节能率，%；

### C.3 达温时间

如图 C-1 所示，空调器压缩机启动时刻（或调整新目标内环温时刻）记为 $t_i$ ，随后当房间内环平均温度首次达到目标内环温（ $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ）的时刻记为 $t_{i+1}$ ，达温时间按照下式（C-5）计算，单位 min。

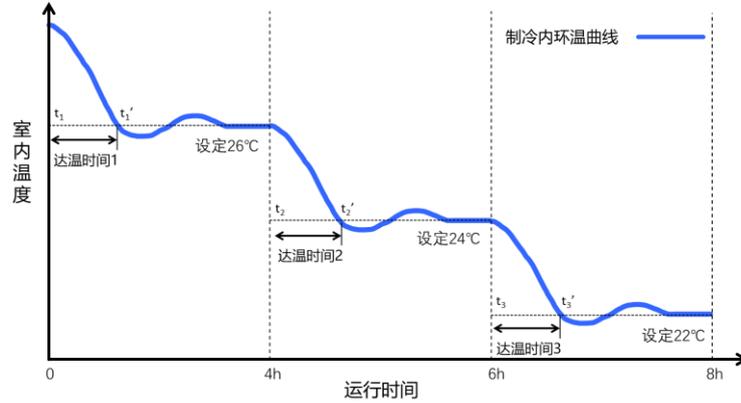


图 C1 达温时间示意图

$$t_{\text{达温}} = \begin{cases} t'_1 - t_1 & \text{(第一控温阶段达温时间)} \\ t'_2 - t_2 & \text{(第二控温阶段达温时间)} \\ t'_3 - t_3 & \text{(第三控温阶段达温时间)} \end{cases} \quad (\text{C-5})$$

式中，

$t_{\text{达温}}$ ——测试运行期间，空调器在各控温阶段的达温时间，min；

$t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ ——分别为测试空调器压缩机启动时刻、第一次调整目标内环温时刻和第二次调整目标内环温时刻，min；

$t'_1$ 、 $t'_2$ 、 $t'_3$ ——分别为测试空调器压缩机启动后测试房间内环平均温度首次达到设定目标内环温的时刻、第一次调整目标内环温后测试房间内环平均温度首次达到设定目标内环温的时刻以及第二次调整目标内环温后测试房间内环平均温度首次达到设定目标内环温的时刻，min；

### C.4 控温超调量

如图 C-2 所示，测试空调器运行过程中，在测试房间内环平均温度达到目标内环温后，测试房间内环实时平均温度与目标内环温差值的极值，称为控温超调量。在本标准中，取测试工况中控温超调量绝对值的最大值分别作为测试空调器控温超调量。空调器控温超调量按照下式（C-6）计算，单位 $^\circ\text{C}$ 。

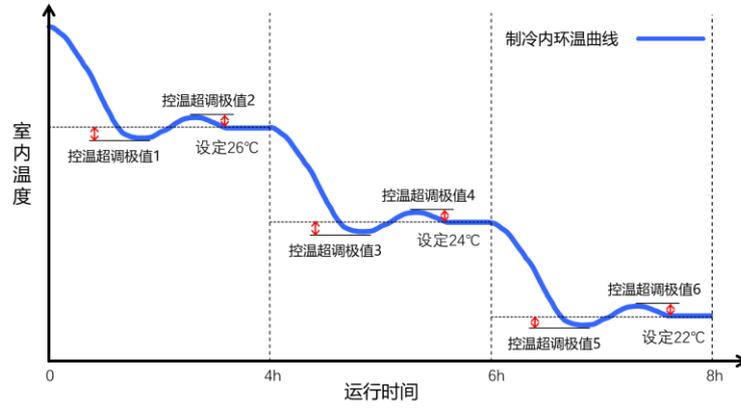


图 C-2 控温超调量示意图

$$T_{\text{控温超调量}} = \begin{cases} |T_{\text{内环平均温度}} - T_{\text{目标内环温}}|_1 & \text{(第一控温阶段控温超调量)} \\ |T_{\text{内环平均温度}} - T_{\text{目标内环温}}|_2 & \text{(第二控温阶段控温超调量)} \\ |T_{\text{内环平均温度}} - T_{\text{目标内环温}}|_3 & \text{(第三控温阶段控温超调量)} \end{cases} \quad (\text{C-6})$$

式中，

$T_{\text{控温超调量}}$ ——测试运行期间，空调器在各控温阶段的控温超调量， $^{\circ}\text{C}$ ；

$|T_{\text{内环平均温度}} - T_{\text{目标内环温}}|_1$ ——测试空调器开机运行，达到第一设定目标内环温后，空调器控温超调量， $^{\circ}\text{C}$ ；

$|T_{\text{内环平均温度}} - T_{\text{目标内环温}}|_2$ ——测试空调器开机运行，达到第二设定目标内环温后，空调器控温超调量， $^{\circ}\text{C}$ ；

$|T_{\text{内环平均温度}} - T_{\text{目标内环温}}|_3$ ——测试空调器开机运行，达到第三设定目标内环温后，空调器控温超调量， $^{\circ}\text{C}$ ；

$T_{\text{内环平均温度}}$ ——当房间内环平均温度达到目标内环温后，房间实时平均内环温的极值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$T_{\text{目标内环温}}$ ——各控温阶段，空调器设定的目标内环温， $^{\circ}\text{C}$ ；

### C.5 控温超调时间

如图 C-3 所示，测试空调器开机后，内环平均温度偏离目标内环温 ( $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) 的累计时间，测试空调器累计控温超调时间按照下式 (C-7) 计算，单位  $\text{min}$ 。

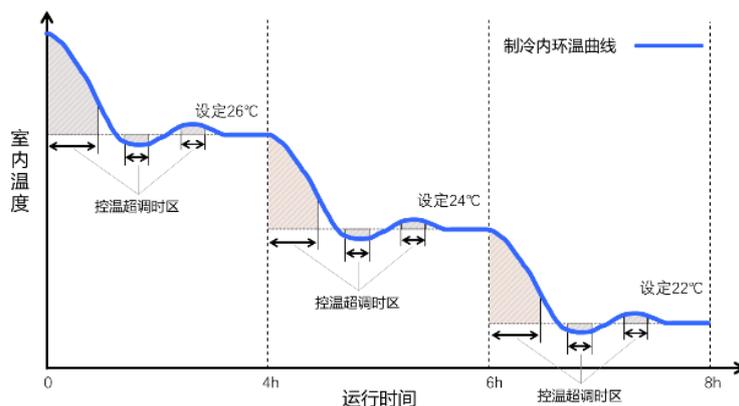


图 C-3 控温超调时间示意图

$$t_{\text{控温超调时间}} = \begin{cases} t_{\text{超调时区 1}} & \text{(第一控温阶段控温超调时间)} \\ t_{\text{超调时区 2}} & \text{(第二控温阶段控温超调时间)} \\ t_{\text{超调时区 3}} & \text{(第三控温阶段控温超调时间)} \end{cases} \quad (\text{C-7})$$

式中，

$t_{\text{控温超调时间}}$ ——测试空调器运行过程中，在各控温阶段的控温超调时间，min；

$t_{\text{超调时区 1}}$ ——测试空调器开机运行，达到第一设定目标内环温后，控温超调时间，min；

$t_{\text{超调时区 2}}$ ——测试空调器开机运行，达到第二设定目标内环温后，控温超调时间，min；

$t_{\text{超调时区 3}}$ ——测试空调器开机运行，达到第三设定目标内环温后，控温超调时间，min；

### C.6 控温超调区数

如图 C-4 所示，测试空调器开机后，室内平均温度从偏离目标内环温 ( $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ) 又达到或者持续未达到目标内环温 ( $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ) 的区间，称为控温超调区数，热泵空调控温超调区数按照下式 (C-8)。

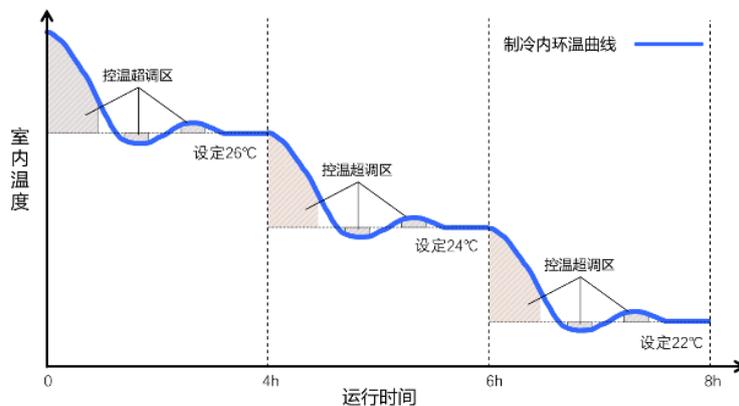


图 C-4 控温超调区数示意图

$$NTCOZ = \begin{cases} NTCOZ_1 & (\text{第一控温阶段控温超调区数, 取值为 } 1,2,3,\dots,n) \\ NTCOZ_2 & (\text{第二控温阶段控温超调区数, 取值为 } 1,2,3,\dots,n) \\ NTCOZ_3 & (\text{第三控温阶段控温超调区数, 取值为 } 1,2,3,\dots,n) \end{cases} \quad (\text{C-8})$$

式中,

$NTCOZ$ ——试空调器运行过程中, 在各控温阶段室内出现的控温超调区的次数;

### C.7 控温精度

如图 C-5 所示, 在每个控温阶段, 室内平均温度达到设定目标值 ( $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ) 开始, 直至该控温阶段结束期间, 内环平均温度和目标内环温的差值, 称为控温精度。运行测试期间, 空调器控温精度按照下式 (C-9) 计算, 单位  $^\circ\text{C}$ 。

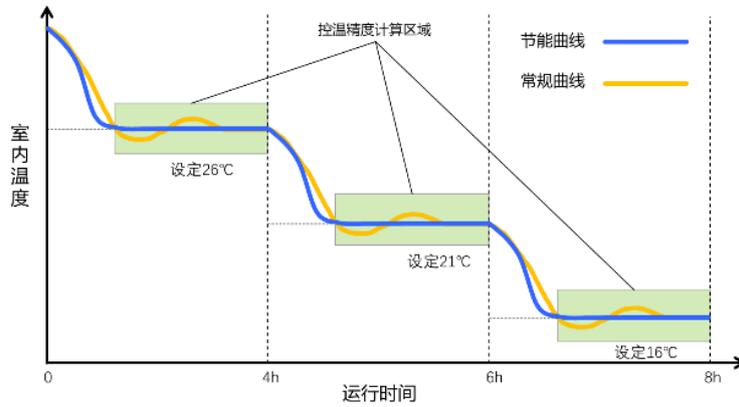


图 C-5 控温精度计算示意图

$$TCA = \begin{cases} \left| \overline{T_{\text{内环}(t \geq t')}} - T_{\text{目标内环}} \right|_1 & (\text{第一控温阶段控温精度}) \\ \left| \overline{T_{\text{内环}(t \geq t')}} - T_{\text{目标内环}} \right|_2 & (\text{第二控温阶段控温精度}) \\ \left| \overline{T_{\text{内环}(t \geq t')}} - T_{\text{目标内环}} \right|_3 & (\text{第三控温阶段控温精度}) \end{cases} \quad (\text{C-9})$$

式中,

$TCA$ ——在规定的工况和试验条件下, 在各控温阶段, 空调器运行时间达到  $t'$  后, 直至各控温阶段结束期间, 测试空调器对室内环境的平均控温精度,  $^\circ\text{C}$ ;

$\left| \overline{T_{\text{内环}(t \geq t')}} - T_{\text{目标内环}} \right|_1$ ——在规定的工况和试验条件下, 测试空调器在第一设定目标内环温运行期间, 运行时间达到  $t'$  开始直至该控温阶段结束期间, 室内控温精度,  $^\circ\text{C}$ ;

$\left| \overline{T_{\text{内环}(t \geq t')}} - T_{\text{目标内环}} \right|_2$ ——在规定的工况和试验条件下, 测试空调器在第二设定目标内环温运行期间, 运行时间达到  $t'$  开始直至该控温阶段结束期间, 室内控温精度,  $^\circ\text{C}$ ;

$\left| \overline{T_{\text{内环}(t \geq t')}} - T_{\text{目标内环}} \right|_3$ ——在规定的工况和试验条件下, 测试空调器在第三设定目标内环温运行期间, 运行时间达到  $t'$  开始直至该控温阶段结束期间, 室内控温精度,  $^\circ\text{C}$ ;

$\overline{T_{\text{内环}(t \geq t')}}$ ——在规定的工况和试验条件下, 空调器运行时间达到  $t'$  后, 直至运行结束期间, 室内平均温度 (数据处理时按 6s 时间间隔取值),  $^\circ\text{C}$ ;

$t'$ ——空调器控温精度数据采集时间节点，制冷工况， $t' = 25min$ ，制热工况 $t' = 30min$ ；

$T_{\text{目标内环}}$ ——在规定的工况和试验条件下，空调器设定的目标内环温， $^{\circ}C$ ；

### C.8 控温能力

如图 C-6 所示，在规定的工况和试验条件下，各控温阶段室内平均温度达到设定目标值（ $\pm 0.5^{\circ}C$ ）开始，直至该控温阶段结束期间，内环平均温度和目标内环温的标准差，称为控温能力。运行测试期间，空调器控温能力按照下式（C-10）计算，单位 $^{\circ}C$ 。

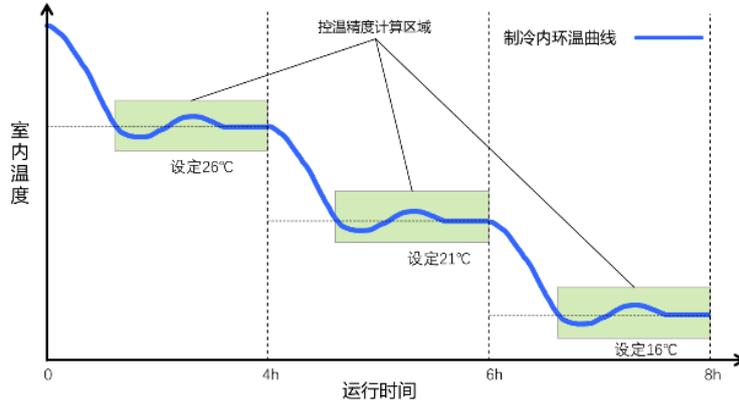


图 C-6 控温能力计算示意图

$$TCC = \begin{cases} \sqrt{\frac{\sum_{t=30min}^n (T_{\text{内环}} - \bar{T}_{\text{内环}}(t \geq t'))^2}{(240-t'_1)/6}} & \text{(第一控温阶段控温能力)} \\ \sqrt{\frac{\sum_{t=30min}^n (T_{\text{内环}} - \bar{T}_{\text{内环}}(t \geq t'))^2}{(120-t'_2)/6}} & \text{(第二控温阶段控温能力)} \\ \sqrt{\frac{\sum_{t=30min}^n (T_{\text{内环}} - \bar{T}_{\text{内环}}(t \geq t'))^2}{(120-t'_2)/6}} & \text{(第三控温阶段控温能力)} \end{cases} \quad (C-10)$$

式中，

$TCC$ ——在规定的工况和试验条件下，各控温阶段测试空调器对室内环境的控温能力， $^{\circ}C$ ；

$$\sqrt{\frac{\sum_{t=30min}^n (T_{\text{内环},i} - \bar{T}_{\text{内环}}(t \geq t'_1))^2}{(240-t'_1)/6}} \quad \text{——在第一设定目标内环温运行期间，空调器控温能力，}^{\circ}C；$$

$$\sqrt{\frac{\sum_{t=30min}^n (T_{\text{内环},i} - \bar{T}_{\text{内环}}(t \geq t'_2))^2}{(120-t'_2)/6}} \quad \text{——在第二设定目标内环温运行期间，空调器控温能力，}^{\circ}C；$$

$$\sqrt{\frac{\sum_{t=30min}^n (T_{\text{内环},i} - \bar{T}_{\text{内环}}(t \geq t'_3))^2}{(120-t'_3)/6}} \quad \text{——在第三设定目标内环温运行期间，空调器控温能力，}^{\circ}C；$$

$T_{\text{内环},i}$ ——实验室环境温度传感器采集到的实时室内平均温度（数据采集时间为 6s/组）， $^{\circ}C$ ；

---

$T_{\text{内环}(t \geq t'_1)}$ 、 $\overline{T_{\text{内环}(t \geq t'_2)}}$ 、 $T_{\text{内环}(t \geq t'_3)}$ ——第一控温阶段、第二控温阶段和第三控温阶段，室内平均温度达到设定目标值（ $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ）后，直至该控温阶段运行结束期间，室内平均温度， $^\circ\text{C}$ ；

240、120——第一控温阶段、第二控温阶段和第三控温阶段，空调器的运行时间，min；

# 《户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能评价》

## 编制说明

（征求意见稿）

### 1 工作简况

#### 1.1 任务来源

随着产业和技术发展，行业对户用及类似用途空调器运行节能的考核标准已经从空调器运行固定设定参数的稳态测试模式逐步转变为满足用户动态负荷需求的变设定运行参数的测试模式。然而，现有的空调运行节能评价方法无法体现空调器在动态负荷需求下硬件和软件的调控优势，为此，行业需要一套能够评价户用及类似用途空调器动态负荷需求运行节能的评价方案，确保硬件及软件的优化成果能够得以体现。

目前市面上的户用及类似用途空调器生产厂家陆续推出智能调控相关的技术，由于国家或行业未制定《户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能评价》相关标准的技术规范，其技术水平和性能差异较大，现有的空调器节能评价方法已然无法满足行业未来节能水平的衡量标准。这给用户选择和购买带来了困扰，并且可能存在安全隐患和不良竞争现象。因此，制定相关的标准势在必行。该标准旨在规范户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能的技术要求和测试方法，推动产品向智能化、高效化、可持续发展的方向迈进。同时通过该标准的制定和推广，将有助于推动户用及类似用途空调器行业的技术进步和市场健康发展。同时，也为企业间的竞争提供了公平的竞争环境，推动行业整体水平的提升。

中国制冷空调工业协会于 2024 年 11 月份批准该项目立项，并于 11 月将《户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能评价》团体标准制定列入计划。

#### 1.2 参编单位

小米智能家电（武汉）有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、四川长虹电器股份有限公司、创维空调科技（安徽）有限公司等。

#### 1.3 主要工作过程

协会批复意见下达后，在协会指导下，组成了规范编写领导小组、编写工作办公室和由相关企业组成的编写小组。先后召开了 2 次编写工作全体会议，逐步明确了编写工作的指导思想、编写大纲、编写工作方式和工作进度等原则问题。在编写工作进程中，及时交流编写工作情况。总体工作进展情况如下：制定编写大纲；各编写小组按照大纲要求完成分系统的规范草稿；经对规范草稿汇总并提出修改意见后发各编写小组修改；收集各小组修改意见后形成汇总草稿；汇总草稿再次征求小组意见和修改后，完成规范征求意见稿及相应编制说明。

2024 年 8 月 26 日，小米科技（武汉）有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、四川长虹电器股份有限公司、创维空调科技（安徽）有限公司共同确定课题。

2023年9月4日，成立了以小米智能家电（武汉）有限公司为首的标准起草工作组，对国内外相关标准的现状及发展情况进行了全面调研，广泛搜集和检索国内外相关标准的技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作。确定了标准草案内容。

2024年10月18日，完成标准初稿编写。

2024年11月08日，中国制冷空调工业协会批准该项目立项

2024年11月20日，标准编制组组织召开了第一次标准讨论会，会中各位专家各抒己见，小米科技（武汉）有限公司标准起草小组对各位专家的意见进行了解答及回复并根据讨论结果形成标准修改稿。

2024年12月17日，标准编制组完成标准的《征求意见稿》。

## 2 本规范制定原则

（1）原则性：根据《中华人民共和国标准化法》及其《实施细则》、《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》GB/T 1.1—2009进行编制。

（2）适应性：从用户的实际需求出发，提供了用户选用产品的评判性依据，可以引导行业继续进行技术革新，推进产品的迭代升级，可推动整个空调行业的健康发展。

（3）先进性：反映最新科研发展趋势，规定了户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能的基本要求评价方法，推动了户用及类似用途空调的智能化发展。

## 3 主要内容说明

根据户用及类似用途空调器运行特点制定动态负荷运行智能调控的技术要求和试验方法。

### 1) 范围

主要阐明制订本规范的目的、本规范的适用范围和应用本规范的基本准则。

### 2) 规范性引用文件

给出本规范条文中提及的相关规范名称与编号。

### 3) 术语与定义

给出与本规范内容相关的术语与定义。一般通用性术语与定义不列入。

### 4) 试验要求和方法

给出户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能测试方法及测试相关工况。

### 4) 技术要求

给出户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控相关的节能量、节能率、达温时间、控温超调量、控温超调时间、控温超调区数、控温精度以及控温能力等性能要求。

### 5) 评分与等级

给出户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能的评分依据及评分等级相关标准。

## 4 与国际或国外标准水平对比情况

国内外目前还没有系统性的关于户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能相关的标准，因此不做标准水平对比。

## 5 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本规范在编制中遵循现行法律、法规和强制性国家标准，不存在相互冲突条款。

## 6 规范性引用文件

GB/T 7725—2022 房间空气调节器

GB 21455-2019 房间空气调节器能效限定值及能效等级

ISO 7726 热环境人类工效学 物理量测量仪器

GB/T 4706.1-2005 户用和类似用途电器的安全通用要求

GB/T 4706.32-2012 户用和类似用途电器的安全热泵、空调器和除湿机的特殊要求

JGJ 75-2012 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准

陆耀庆.实用供热空调设计手册(第二版)

《户用及类似用途空调器动态负荷运行智能调控性能评价》编制组

2024年12月