

中国轻工业联合会  
团体标准  
房间空气调节器室内热舒适性评价方法  
T/CNLIC 0187—2024

\*

中国轻工业出版社出版发行  
地址：北京鲁谷东街5号  
邮政编码：100040  
发行电话：(010)85119832  
网址：<http://www.chlip.com.cn>  
Email：[club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

轻工业标准化研究所编辑  
地址：北京西城区月坛北小街6号院  
邮政编码：100037  
电话：(010)68049923

\*

版权所有 侵权必究  
书号：155019·6933  
印数：1—200册 定价：38.00元

# 团 体 标 准

T/CNLIC 0187—2024

## 房间空气调节器室内热舒适性评价方法

Evaluation method for indoor thermal comfort of room air conditioner

2024-12-30 发布

2024-12-30 实施

中国轻工业联合会 发布

## 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 .....	3
5 试验方法 .....	4
6 评价 .....	10
附录 A（资料性） 房间空调器室内热舒适性评价受试者要求 .....	11
附录 B（资料性） 热舒适、预测平均热感觉指数（PMV）调查问卷模板 .....	12
参考文献 .....	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。

本文件由中国轻工业联合会提出并归口。

本文件起草单位：珠海格力电器股份有限公司、中家院（北京）检测认证有限公司、珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司、安徽中认倍佳科技有限公司。

本文件主要起草人：刘挺、夏光辉、林金煌、梁博、何振健、闫凌、李丽艳、梁玉林、王晓倩、杨双、吕文倩、裴珂璠、岑韵文。

# 房间空气调节器室内热舒适性评价方法

## 1 范围

本文件规定了房间空气调节器（以下简称“空调器”）营造的室内环境热舒适性评价的技术要求，描述了相应的试验方法。

本文件适用于采用风冷及水冷冷凝器、全封闭型电动机-压缩机，额定制冷量14 000 W以下，以创造室内舒适环境为目的的，家用和类似用途自由送风空调器营造的，室内环境热舒适性的评价。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 5701—2008 室内热环境条件

GB/T 7725 房间空气调节器

GB 21455 房间空气调节器能效限定值及能源效率等级

GB/T 33658—2017 室内人体热舒适环境要求与评价方法

## 3 术语和定义

GB/T 33658—2017、GB/T 5701—2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**动态阶段 dynamic phase**

试验过程中从空调器进入制冷/制热模式初始时刻到室内平均温度到达设定温度时刻的阶段。

注：动态阶段定义示意图见图1。

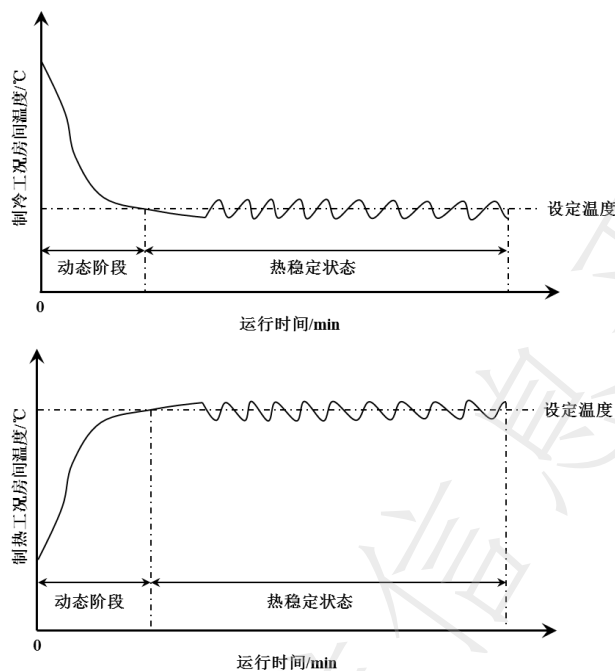


图1 动态阶段定义示意图

## 3.2

**热稳定状态 thermal stable state**

在约1 h的时间间隔内，每20 min计算一次室内所有测点的平均值，连续3个平均值的差值不大于1℃时的热环境（3.3）状态。

[来源：GB/T 33658—2017，3.7]

## 3.3

**热环境 thermal environment**

影响人体换热的的环境特性。

[来源：GB/T 5701—2008，3.7]

## 3.4

**热舒适 thermal comfort**

表示对热环境（3.3）的主观满意程度，通过主观评价进行评定。

[来源：GB/T 5701—2008，3.4]

## 3.5

**动态热舒适 dynamic thermal comfort**

表示对热环境（3.3）动态阶段（3.1）的主观满意程度，通过主观评价进行评定。

## 3.6

**稳态热舒适 steady-state thermal comfort**

表示对热环境（3.3）热稳定状态（3.2）的主观满意程度，通过主观评价进行评定。

## 3.7

**预测平均热感觉指数 predicted mean vote****PMV**

大样本人群通过7点热感觉量表进行表决的平均值。

[来源：GB/T 5701—2008，3.19]

## 3.8

**垂直空气温差 vertical air temperature difference**

室内环境达到热稳定状态（3.2）后，垂直方向上存在的空气温差。

[来源：GB/T 33658—2017，3.4]

## 3.9

**吹风感指数 draught rate****DR**

由于气流带走人体热量所导致的不满意人群的百分数。

[来源：GB/T 33658—2017，3.5]

## 3.10

**降温速率 cooling rate**

空调器使房间降低的温度值与所需时间的比值。

注：单位为开尔文每分（K/min）。

## 3.11

**升温速率 heating rate**

空调器使房间升高的温度值与所需时间的比值。

注：单位为开尔文每分（K/min）。

## 4 技术要求

## 4.1 垂直空气温差

按照5.4.1的方法试验时， $H_2\sim H_5$ 各高度层与 $H_1$ 高度层之间的垂直空气温差应小于3 K，高度层划分应符合表1的规定。

表1 高度层划分

单位为米

高度层代号	距地面高度	模拟热环境
$H_1$	0.1	人体脚踝位置
$H_2$	0.6	人体蹲坐时头部位置
$H_3$	1.1	人体坐姿时头部位置
$H_4$	1.6	人体站姿时头部位置
$H_5$	2.1	非人体活动区

## 4.2 吹风感指数

按照5.4.2的方法试验时，制冷、制热工况下测试的吹风感指数应小于40%。

## 4.3 热舒适

按照5.4.3的方法试验时，记录热环境动态阶段、热稳定状态阶段的主观热舒适评价。至少90%的受试者最后一次动态热舒适评价的平均值应在[-1, +3]范围内，至少90%的受试者稳态热舒适评价的平均值应在[-1, +3]范围内。

#### 4.4 预测平均热感觉指数 (PMV)

按照 5.4.3 的方法试验时,记录热环境动态阶段、热稳定状态阶段的主观热感觉评价。至少 90% 的受试者动态阶段最后一次整体热感觉评价应在 (-1, +1) 范围内,且头部、躯干和足部局部热感觉评价均应在 (-2, +2) 范围内;至少 90% 的受试者热稳定状态阶段所有的整体热感觉评价平均值应在 (-1, +1) 范围内,且所有的头部、躯干和足部局部热感觉评价平均值应在 (-1, +1) 范围内。

#### 4.5 降温速率

按照 5.4.4 的方法试验时,人体站姿时活动区域 H<sub>4</sub> 截面高度及以下的降温速率不应低于 0.4 K/min;人体坐姿时活动区域 H<sub>3</sub> 截面高度及以下的降温速率不应低于 0.4 K/min。

#### 4.6 升温速率

按照 5.4.5 的方法试验时,人体站姿时活动区域 H<sub>4</sub> 截面高度及以下的升温速率不应低于 0.5 K/min;人体坐姿时活动区域 H<sub>3</sub> 截面高度及以下的升温速率不应低于 0.5 K/min。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验要求

- 5.1.1 测试用空调器应符合 GB/T 7725、GB 21455 的要求。
- 5.1.2 测试用空调器的安装应符合 GB/T 33658—2017 中 E.2.1.4 的要求。
- 5.1.3 测试用仪器仪表应符合 GB/T 33658—2017 中 5.2 的要求。
- 5.1.4 检测实验室工况应符合 GB/T 33658—2017 中 E.2.1.3 的要求。试验工况应符合表 2 规定,空调器相邻房间的温度状态与测试房间应保持一致。

表 2 试验工况

单位为摄氏度

序号	环境参数	设定值			
		制冷工况 (夏季条件)	制冷工况 (高温条件)	制热工况 (冬季条件)	制热工况 (低温条件)
1	外室干球温度	35±0.5	43±0.5	7±0.5	-7±0.5
2	外室湿球温度	24±0.5	—	6±0.5	-8±0.5
3	内室干球温度(初始)	35±0.5	35±0.5	7±0.5	2±0.5
4	内室湿球温度(初始)	24±0.5	—	6±0.5	—

#### 5.2 试验条件

- 5.2.1 垂直空气温差、吹风感指数、预测平均热感觉指数 (PMV)、热舒适试验时,按照 GB/T 33658—2017 中 E.2.1.5 的空调器运行条件:制冷工况时空调器温度设定为 27℃,制热工况时空调器温度设定为 20℃,风挡设定为最高风挡,上下导风板和左右导风板调至自动位置进行测试。
- 5.2.2 降温速率、升温速率试验时,制冷工况时空调器温度设定为 16℃,制热工况时空调器温度设定为 30℃,风挡设定为最高风挡,上下导风板和左右导风板调至自动位置进行测试。

### 5.3 试验室及温度测点布置

#### 5.3.1 试验室布置要求

实验室布置应按照图 2 和图 3 执行。实验室分为内室侧和外室侧。各房间的面积宜按照表 3 执行。内室侧的房间用于放置室内机，外室侧用于放置室外机和环境控制机组，环境控制机组可控制环境的湿球温度和干球温度。房间布局形式按照额定制冷量选择。

#### 5.3.2 试验室围墙要求

内室侧与外室侧之间的墙体为外墙，外墙围护结构为砖墙水泥混凝土、保温层和瓷砖，热导率为  $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}) \sim 2.0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。内室房间之间的墙体为内墙，内墙围护结构为砖墙水泥混凝土，导热系数为  $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}) \sim 2.0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

#### 5.3.3 温度检测点布置要求

温度检测点布置数量宜按照表 3 执行。房间温度检测点在水平方向和垂直方向的间隔距离为  $0.5 \text{ m}$ ，如图 2 所示布置，所有房间垂直方向以  $0.1 \text{ m}$  为起点，每隔  $0.5 \text{ m}$  布置一层温度检测点，共布置 5 层温度检测点，如图 3 所示。

表 3 各房间面积与温度检测点数量

房间编号	长 <sup>a</sup> /m	宽 <sup>a</sup> /m	高 <sup>a</sup> /m	房间温度检测点数量 <sup>b</sup>	额定制冷量 CC
1-1 房间	5.5	9.2	2.8	17×10×5	7.1 kW < CC ≤ 14 kW
1-2 房间	6.6	4.0	2.8	12×7×5	4.5 kW < CC ≤ 7.1 kW
1-3 房间	2.4	4.0	2.8	4×7×5	CC ≤ 2.2 kW
1-4 房间	3.8	4.1	2.8	6×7×5	2.2 kW < CC ≤ 2.6 kW
1-5 房间	3.8	5.3	2.8	6×8×5	2.6 kW < CC ≤ 4.5 kW

<sup>a</sup> 房间的长、宽、高尺寸的允许偏差为 ±0.1 m。

<sup>b</sup> 房间温度检测点数量为房间长度方向数量×房间宽度方向数量×房间高度方向数量。

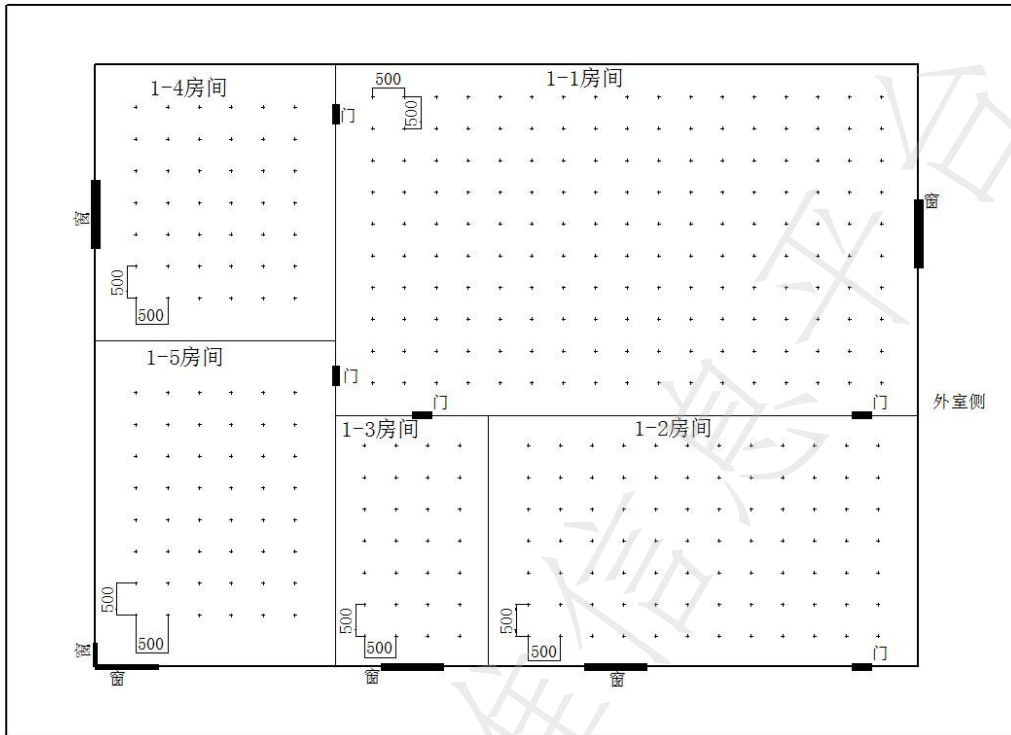


图 2 房间温度检测点布置图

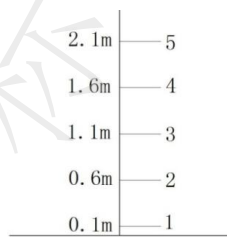


图 3 垂直方向温度检测点布置图

5.4 试验方法与评分

5.4.1 垂直空气温差

当内室、外室侧达到表 2 的工况，且处于热稳定状态后，开始进行舒适性试验。空调器启动运行 2 h 后，开始采集数据，测量各高度层区间内所有温度检测点的温度值。数据采集时间间隔不大于 30 s，数据采集时间为 1 h。按照公式（1）计算垂直空气温差：

$$T_{vH_i} = \left| \frac{\sum_{i=1}^k (t_{kH_i} - t_{kH_1})}{k} \right| \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$T_{vH_i}$  ——高度层  $H_i$  到  $H_1$  的垂直空气温差， $H_i$  中  $i$  分别取 2、3、4、5，单位为开尔文（K）；

$t_{kH_i}$  ——高度层  $H_i$  中第  $k$  个检测点在数据采集阶段中的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$t_{kH_i}$ ——高度层  $H_i$  中，与  $H_i$  层第  $k$  个检测点垂直方向对应的检测点在数据采集阶段中的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$k$ ——高度层  $H_i$  中测点的总数量。

室内环境达到热稳定状态后，测量  $H_2 \sim H_5$  各高度层与  $H_1$  高度层之间的垂直空气温差，按照表 4 进行评分，各区间采用线性评分。以各高度层评分的算术平均值作为垂直空气温差的评分。

表 4 垂直空气温差参数评分表

评分	5	4~5	3~4	2~3	1~2	1
垂直空气温差/K	≤1	(1, 2]	(2, 3]	(3, 4]	(4, 5]	>5

#### 5.4.2 吹风感指数

按照 5.4.1 试验方法，达到室内热环境稳定后，测量采集时间内各温度检测点的温度值和各风速监测点的风速值，按照公式（2）计算房间监测点的吹风感指数，其中风速监测点位置为内室侧对称位置的四等分点，即图 4 的前、后、左、中、右位置，高度取  $H_3$  和  $H_4$ ，整个房间的吹风感指数为测定时间内各监测点吹风感指数的算术平均值：

$$DR = (34 - t_a)(v_a - 0.05)^{0.62} (0.37 v_a T_u + 3.14) \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$DR$ ——吹风感指数，若  $DR$  大于 100%，则  $DR=100\%$ ；

$T_a$ ——局部空气温度，单位为摄氏度（℃）；

$v_a$ ——局部平均空气流速，单位为米每秒（m/s），若  $v_a$  不大于 0.05m/s，则  $v_a=0.05$  m/s；

$T_u$ ——局部紊流强度，为局部空气流速的标准差与局部平均空气流速之比，按公式（3）计算，以百分数（%）表示。其值应在 10%~60%之间，若未知可取 40%。

$$T_u = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{N_v} (v_{ai} - v_a)^2 / (N_v - 1)}}{v_a} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

式中：

$v_{ai}$ ——第  $i$  时刻的局部瞬时空气流速，单位为米每秒（m/s）；

$N_v$ ——在规定时间内测点记录的风速个数。

室内环境达到热稳定状态后，整个房间的吹风感指数按照表 5 进行评分，各区间采用线性计分。以各监测点评分的算术平均值作为吹风感指数的评分。

表 5 吹风感指数评分表

评分	5	4~5	3~4	2~3	1~2	1
吹风感指数（%）	≤10	(10, 18]	(18, 26]	(26, 34]	(34, 40]	>40

5.4.3 热舒适、预测平均热感觉指数 (PMV)

当内室、外室侧达到表 2 的工况，且处于热稳定状态后，开始进行舒适性主观评价试验：

共邀请数名受试者全程参与试验，受试者要求参照附录 A，将受试者按照每组 5 人进行分组，每组受试者进入试验室体验时按照前、后、左、右和中间的方位分布在房间内，前、后、左、右和中间位置分别为内室侧对称位置的四等分点，如图 4 所示。

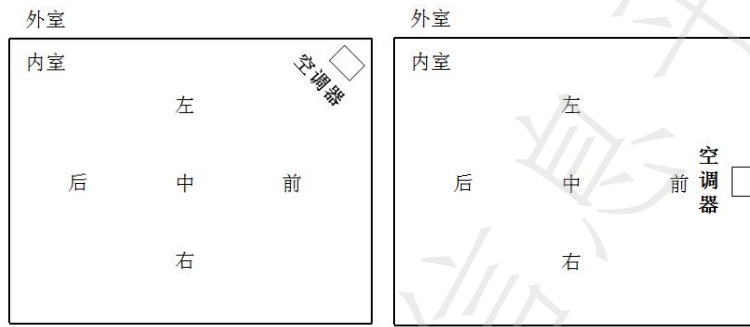


图 4 受试者位置布置示意图

试验开始前，受试者先在环境温度为 26 °C 的房间内停留 5 min，以便身体状态恢复至稳定，并填写个人信息；然后进入环境温度为表 2 中外室干球温度的工况室待 15 min，模拟用户长时间在外室停留的情形；最后进入测试房间，分坐于不同位置并开机，开始正式测试。开机后，所有受试者立即填写问卷，之后每间隔 5 min 填写一次至试验结束。每次试验持续进行 2 h。

调查问卷内容包括受试者整体热舒适评价、整体与局部预测平均热感觉指数 (PMV) 评价，可参照附录 B。其中，局部热感觉部位为：头部、躯干和足部。调查中使用的量表应按照表 6、表 7。

表 6 热舒适评价量表

量表	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
舒适描述	非常舒适	舒适	有点舒适	适中	有点不舒适	不舒适	非常不舒适

表 7 预测平均热感觉指数 (PMV) 评价量表

量表	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
感觉描述	热	暖	稍暖	适中	稍凉	凉	冷

室内环境的热舒适评价及预测平均热感觉指数 (PMV) 评价根据表 8、表 9 进行评分，各区间采用线性计分。以评分的算术平均值作为调查问卷的热舒适、预测平均热感觉指数 (PMV) 的评分。

表 8 热舒适评分表

评分	5	4~5	3~4	2~3	1~2	1
热舒适	≥2	[0, 2)	[-0.5, 0)	[-1.5, -0.5)	[-2.5, -1.5)	<-2.5

表 9 预测平均热感觉指数 (PMV) 评分表

评分	5	4~5	3~4	2~3	1~2	1
热感觉绝对值	[0, 0.5]	(0.5, 1]	(1, 1.5]	(1.5, 2]	(2, 2.5]	>2.5

#### 5.4.4 降温速率

当内室、外室侧达到表 2 的制冷工况，且处于热稳定状态后，开始进行降温速率试验。从空调器开启时开始采集数据，当运行时间达到 30 min 时或者内室平均温度到达规定温度时，应取较短时间值，停止试验，按照公式（4）计算降温速率：

$$R_{\text{cH}_i} = \frac{T_{\text{cGH}_i} - T_{\text{cEH}_i}}{t_c} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$R_{\text{cH}_i}$ ——高度层  $H_i$  截面高度及以下的降温速率， $H_i$  中  $i$  分别取 3、4，单位为开尔文每分（K/min）；

$T_{\text{cGH}_i}$ ——制冷模式下，空调器开机时刻，高度层  $H_i$  截面高度及以下所有测点的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$T_{\text{cEH}_i}$ ——制冷模式下，降温试验结束时刻，高度层  $H_i$  截面高度及以下所有测点的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$t_c$ ——制冷模式下，从空调器开机时刻到所有测点的平均温度达到规定温度所用时间或 30 min，取较短时间值，单位为分（min）。

降温速率以制冷工况（夏季条件）按照表 10 进行评分，各区间采用线性计分。以各高度层区间评分的算术平均值作为降温速率的评分。

表 10 降温速率评分表

评分	5	4~5	3~4	2~3	1~2	1
降温速率/（K/min）	≥0.60	[0.55, 0.60)	[0.50, 0.55)	[0.45, 0.50)	[0.40, 0.45)	<0.40

#### 5.4.5 升温速率

当内室、外室侧达到表 2 的制热工况，且处于热稳定状态后，使辅助电加热处于关闭状态，开始进行升温速率试验。从空调器开启时开始采集数据，当运行时间达到 30 min 时或者内室平均温度到达规定温度时，应取较短时间值，停止试验，按照公式（5）计算升温速率：

$$R_{\text{hH}_i} = \frac{T_{\text{hGH}_i} - T_{\text{hEH}_i}}{t_h} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$R_{\text{hH}_i}$ ——高度层  $H_i$  截面高度及以下的升温速率， $H_i$  中  $i$  分别取 3、4，单位为开尔文每分（K/min）；

$T_{\text{hGH}_i}$ ——制热模式下，空调器开机时刻，高度层  $H_i$  截面高度及以下所有测点的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$T_{\text{hEH}_i}$ ——制热模式下，升温试验结束时刻，高度层  $H_i$  截面高度及以下所有测点的平均温度，单位

为摄氏度（℃）；

$t_h$ ——制冷模式下，从空调器开机时刻到所有测点的平均温度达到规定温度所用时间或 30 min，取较短时间值，单位为分（min）。

升温速率以制热工况（冬季条件）按照表 11 进行评分，各区间采用线性计分。以各高度层区间评分的算术平均值作为升温速率的评分。

表 11 升温速率评分表

评分	5	4~5	3~4	2~3	1~2	1
升温速率/（K/min）	≥0.70	[0.65, 0.70)	[0.60, 0.65)	[0.55, 0.60)	[0.50, 0.55)	<0.5

## 6 评价

### 6.1 评分权重

空调器室内热环境热舒适性评价得分由热环境参数评分和调查问卷评分加权平均得到，评价项目的权重应符合表 12 的规定。

表 12 评价项目的权重

评价项目		权重/（%）
热环境参数	垂直空气温差	30
	吹风感指数	20
	降温速率	15
	升温速率	15
调查问卷	热舒适	10
	预测平均热感觉指数（PMV）	10

### 6.2 热环境评级

根据第 5 章给出的计算方法，分别得出室内热环境参数评分和调查问卷评分。根据 6.1 中各评价项目的权重，进行加权求和，得出室内热环境舒适性评价得分。

空调器室内热舒适性评价等级采用 5 星级制，5 星为最好。各星级室内热环境舒适性评价得分（得分的总分为 5.00 分）应符合表 13 中的规定。

表 13 室内热舒适性评价星级

星级	评价得分
★★★★★	≥4.50
★★★★	4.00~4.49
★★★	3.50~3.99
★★	3.00~3.49
★	≤2.99

## 附录 A

(资料性)

## 房间空调器室内热舒适性评价受试者要求

室内热舒适性主观评价试验的受试者要求见表 A.1。

表 A.1 房间空调器室内热舒适性评价受试者要求

因素	要求
数量	建议至少 15 人，且为 5 的倍数
性别	男女比例 1:1
年龄	18 岁~45 岁
体重	45 kg~90 kg
服装条件	(1) 受试者测试期间制冷工况应选择穿着衬裤、短袖衬衫、轻便裤子、薄短裤、鞋； (2) 受试者测试期间制热工况应选择穿着衬内裤、衬衫、裤、夹克、袜、鞋
筛选条件	(1) 受试者需健康无特殊病症，无高血压、哮喘、糖尿病、慢性感染及其他严重疾病患病史，心电图无异常，无酗酒、吸烟等不良嗜好；本地居住 5 年以上； (2) 受试者在参加试验之前应保持充足睡眠和良好饮食，近期未经历巨大情绪波动； (3) 受试者测试前 12 h 内禁止饮酒，8h 内禁止吸烟及饮用茶、咖啡等对神经、心血管有刺激饮料，3 h 内不做剧烈运动

附 录 B  
(资料性)

热舒适、预测平均热感觉指数 (PMV) 调查问卷模板

室内热舒适性主观评价试验的热舒适及预测平均热感觉指数 (PMV) 调查问卷见表 B.1。

表 B.1 热舒适、预测平均热感觉指数 (PMV) 调查问卷

填表日期\_\_\_\_\_开始试验时间\_\_\_\_\_试验工况\_\_\_\_\_

受试者序号\_\_\_\_\_受试者所处位置\_\_\_\_\_坐姿  站姿  其他\_\_\_\_\_

性别\_\_\_\_\_年龄\_\_\_\_\_身高\_\_\_\_\_ cm 体重\_\_\_\_\_ kg

其他说明\_\_\_\_\_

<p>填表说明：</p> <p>热舒适：非常舒适+3、舒适+2、有点舒适+1、适中 0、有点不舒适-1、不舒适-2、非常不舒适-3</p> <p>预测平均热感觉指数 (PMV)：热+3、暖+2、稍暖+1、适中 0、稍凉-1、凉-2、冷-3</p> <p>坐姿状态下：脚、躯干和头的代表高度分别为 0.1 m、0.6 m 和 1.1 m</p> <p>站姿状态下：脚、躯干和头的代表高度分别为 0.1 m、1.1 m 和 1.6 m</p>						
时间/min	热舒适	预测平均热感觉指数 (PMV)				备注
	整体	脚	躯干	头	整体	
开机时刻						
5						
10						
15						
...						
120						

参 考 文 献

- [1] GB/T 18048—2008 热环境人类工效学 代谢率的测定
- [2] GB/T 18977—2003 热环境人类工效学 使用主观判定量表评价热环境的影响
- [3] ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria
- [4] ANSI/ASHRAE Standard 55-2023 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy
- 

全国团体标准信息平台