**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**

（征求意见稿）

**标准编制说明**

**标准起草工作小组**

**二O二四年十月**

目 录

**[一. 工作简况](#_Toc151567107)** [3](#_Toc151567107)

**[二. 标准编制原则](#_Toc151567108)** [7](#_Toc151567108)

**[三. 标准主要内容的确定](#_Toc151567109)** [7](#_Toc151567109)

**[四. 标准中涉及专利的情况](#_Toc151567110)** [13](#_Toc151567110)

**[五. 预期达到的社会效益、对产业发展的作用](#_Toc151567111)** [13](#_Toc151567111)

**[六. 采用国际标准和国外先进标准情况](#_Toc151567112)** [13](#_Toc151567112)

**[七. 在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，](#_Toc151567113)** [13](#_Toc151567113)

**[八. 重大分歧意见的处理经过和依据](#_Toc151567114)** [13](#_Toc151567114)

**[九. 标准应用的建议](#_Toc151567115)** [13](#_Toc151567115)

**[十. 废止现行相关标准的建议](#_Toc151567116)** [14](#_Toc151567116)

**[十一. 其他应予以说明的事项](#_Toc151567117)** [14](#_Toc151567117)

**《房间空气调节器室内热舒适性评价方法》**

**编制说明（征求意见稿）**

**一. 工作简况**

**1.1 标准制定的背景与目的**

房间空气调节器（简称空调器）是现代家庭生活中使用率较高的家用电器之一。随着人民生活水平不断提升，空调器对于改善居住环境舒适度的重要性已逐渐被消费者感知，消费者对空调器的诉求已从基本的制冷、制热功能，逐渐演变为对室内人工热环境舒适性的需求。

空调器在通风供热时受热浮力特性影响，热气上浮。目前行业内普遍采用的上送风、侧送风形式的室内空调器末端，室内温度分布“头热脚冷”，体验不舒适；同时，空调器制冷时，冷风直吹人，体验不舒适。此外，目前的空调器在实际运行过程中存在“有人开、无人关”的间歇、短时运行特点，已与人体在动态阶段、稳态阶段不同的舒适性需求不匹配。例如，在动态阶段偏冷环境下，人体的头部、大腿、小腿和手四个部位对热刺激更加敏感，在动态阶段偏热环境下，人体的头部、背部、胸口和小腿四个部位对冷刺激更加敏感；而在稳态阶段，人体脚部温度最低，需要制热热风先暖脚、制冷冷风不吹人。因此，在空调器运行的动态阶段、稳态阶段分别对室内热环境进行舒适性主观体验评价、客观检测评价是有必要的。



图1 空调器制冷制热运行时常见的热舒适问题

空调发展百年来，针对如何评价室内热环境舒适水平，一直是国内外学者或团体研究的重要领域。目前，国际公认的评价和预测室内热环境热舒适的标准为ASHRAE55系列标准和 ISO7730系列标准。1919年，美国采暖、制冷与空调工程师学会在匹斯堡人工环境实验室首次对人体热舒适性进行了实验，研究空气温度、湿度和流速等对人体热感觉和热舒适的影响。1922年，该协会开始进行热舒适标准的编写，之后其内容经过了不断调整和修改后形成了ASHRAE55系列标准；1984年国际标准化组织根据P.O.Fanger教授的研究成果，提出了ISO7730系列标准；在我国，目前通用的国家标准是GB/T 33658-2017《室内人体热舒适环境要求与评价方法》。

ASHRAE标准ASHRAE55-2010《人类居住的热环境条件》、国际标准ISO7730-2005《热环境人类工效学——基于PMV-PPD计算确定的热舒适及局部热舒适判据的分析测定和解析》均介绍了一般热环境中预测人体总的热感觉和不舒适度的方法，并给出了主观体验评价下预测平均热感觉指数（PMV）的7点标尺热感觉投票量表。

在现有的国内技术标准中，有关空调器舒适性测评方法的标准，例如，GB/T 33658-2017《室内人体热舒适环境要求与评价方法》、GB/T 5701-2008《室内热环境条件》、GB/T 18977-2003《热环境人类工效学使用主观判定最表评价热环境的影响》、T/CAB 0341-2024《人工环境舒适性产品 第10部分：带舒适功能的节能型房间空气调节器》、T/CAB CSISA 0030-2020《人工热环境舒适性测评方法 第1部分：房间空气调节器》，暂无对在空调器运行的动态阶段、稳态阶段分别进行室内热舒适性主观体验评价与客观检测评价相结合的舒适性测评方法。

由于消费者对家用空调器的室内热环境舒适性核心指标的需求存在差异，目前针对空调器舒适性主观体验评价、客观检测评价的全面测试方法，行业没有统一的标准。因此，为了明确房间空气调节器室内热舒适性评价方法，给相关企业、检测机构对产品性能的有效评估提供标准支撑，规范行业的健康发展，同时填补标准的空白，需要制定本标准。

**1.2 任务来源**

本项目是根据中国轻工业联合会文件“关于下达《房间空气调节器室内热舒适性评价方法》中国轻工业联合会团体标准计划的通知”（中轻联标准﹝2024﹞226号）立项，项目名称《房间空气调节器室内热舒适性评价方法》，计划号：2024062。本标准由珠海格力电器股份有限公司提出、中国家用电器研究院申报，主要起草单位：珠海格力电器股份有限公司、中国家用电器研究院等，计划完成时间为2024年12月。

**1.3 工作过程**

本标准的工作过程是以国内外现有的相关标准为基础，根据相关的测试数据，确定评价指标。

1）前期调研及资料整理

2024年7月-10月，主要起草单位广泛查阅了国内外相关标准和技术资料，并收集了有关室内热舒适性评价的标准和技术资料，对房间空调调节器室内热舒适性评价的现状及未来发展趋势进行了调查研究。在现有标准化文件、室内人体热舒适环境要求与评价方法及测试数据等相关资料进行收集整理的基础上，明确工作计划和重点关注问题，奠定了标准的框架基础。

2）起草阶段

2024年10月9日，中国家用电器研究院组织工作组单位召开了线上工作组会议，珠海格力电器股份有限公司对本团标的制定背景、主要技术指标设定及标准制定的意义进行了介绍。会议对标准的框架、范围和主要技术内容进行了详细讨论。工作组成员单位的技术专家通过认真的讨论、仔细推敲，确定了具有代表性、可操作性强的技术要求及测试方法。会后工作根据会上意见进行相应的试验测试，完善稿件。结合充分的试验验证，标准起草组对标准草案进行了修改和补充，完善了范围和定义、技术要求、试验方法，形成了标准征求意见稿及其编制说明。

**二. 标准编制原则**

**2.1 标准制定的法律依据**

标准依据以下相关的政策法规编制：《中华人民共和国标准化法》，《中国轻工业联合会团体标准管理办法》。

**2.2 标准起草的依据**

本标准按照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》以及GB/T 20004.1—2016《团体标准化 第1部分：良好行为指南》的具体要求进行编制；技术内容参考了国内外室内热舒适水平先进评价方法和相关标准，并结合房间空气调节器企业产品的实际情况。

**2.3 标准制定的原则**

本标准制定遵循以下原则：科学性、适用性、先进性，结构合理、条理清晰、内容完整、可操作性强，无逻辑和语法错误。

**三. 标准主要内容的确定**

**3.1 范围**

规定了房间空气调节器室内热舒适性评价方法的技术要求、试验方法、检验规则等。

适用于热泵型房间空气调节器创造的室内热环境的评价，以及热泵型房间空气调节器热舒适性能力评价。其他类似条件下的人体热舒适性评价可参考本文件使用。

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14000 W以下以创造室内舒适环境为目的的家用和类似用途的自由送风热泵型房间空气调节器（以下简称空调器）。

**3.2 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 4706.1 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB/T 4706.32 家用和类似用途电器的安全 第32部分：热泵、空调器和除湿机的特殊要求

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

T/CAS 305-2018 房间空气调节器实际运行性能参数测量规范

**3.3 术语和定义**

GB/T 33658-2017 、GB/T 5701-2008、T/CAS 305-2018界定的术语和定义适用于本文件，具体指热稳定状态、热环境、热舒适、垂直空气温差、吹风感指数、预测平均热感觉指数（PMV）等。在此基础上，本标准增加定义了动态阶段、动态热舒适、稳态热舒适、降温速率、升温速率5个术语。

动态阶段是指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。

动态热舒适是指表示对热环境动态阶段的主观满意程度，通过主观评价进行评定。

稳态热舒适是指表示对热环境热稳定状态的主观满意程度，通过主观评价进行评定。

降温速率是指在规定条件下，空调器使房间降低的温度值与所需时间的比值。

升温速率是指在规定条件下，空调器使房间提升的温度值与所需时间的比值。

**3.4 技术要求**

考虑到空调器正常运行，通用要求包括：空调器的性能、能效及安全。性能要求包括垂直空气温差、吹风感指数、测量期耗电量、热舒适、预测平均热感觉指数（PMV）、降温速率、升温速率。技术汇总如下表1：

表1 技术要求汇总表

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 技术要求 |
| 通用 | 性能、能效 | 应符合GB/T 7725、GB 21455的要求 |
| 安全 | 应符合GB/T 4706.1、GB/T 4706.32的要求 |
| 性能 | 垂直空气温差 | 室内两任意高度层之间的垂直空气温差应小于3K，高度层划分如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 高度层代号 | 距地面高度（m） | 模拟热环境 |
| H5 | 2.1 | 非人体活动区 |
| H4 | 1.6 | 人体站姿时头部位置 |
| H3 | 1.1 | 人体坐姿时头部位置 |
| H2 | 0.6 | 人体蹲坐时头部位置 |
| H1 | 0.1 | 人体脚踝位置 |

 |
| 吹风感指数 | 制冷、制热工况下测试的吹风感指数应小于40% |
| 测量期耗电量 | 记录测量期耗电量 |
| 热舒适 | 记录热环境动态阶段、稳态阶段的主观热舒适评价 |
| 预测平均热感觉指数 | 记录热环境动态阶段、稳态阶段的主观热感觉评价 |
| 降温速率 | 人体站姿时活动区域H4截面高度及以下的降温速率不低于0.4℃/min；人体坐姿时活动区域H3截面高度及以下的降温速率不低于0.4℃/min |
| 升温速率 | 人体站姿时活动区域H4截面高度及以下的升温速率不低于0.5℃/min；人体坐姿时活动区域H3截面高度及以下的升温速率不低于0.5℃/min |

**3.5 试验方法**

本标准参考相关的国家标准、行业标准、企业标准的测试方法内容，对房间空气调节器室内热舒适性评价方法进行了规范。

1、试验条件

1）空调器的安装、设置符合GB/T 7725的相关要求。

2）测试房间工况见表2规定，空调器相邻房间的温度等状态与所在测试房间需保持一致。

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 | 室外干球温度 | 35±0.5 | 43±0.5 | 7±0.5 | -7±0.5 |
| 2 | 室外湿球温度 | 24±0.5 | / | 6±0.5 | -8±0.5 |
| 3 | 室内干球温度 | 35±0.5 | 35±0.5 | 7±0.5 | 2±0.5 |
| 4 | 室内湿球温度 | 24±0.5 | / | 6±0.5 | / |

3）实验前被测机应保证完整，空调器运行过程中应不产生异响，例如室内机塑料件热胀冷缩异响、导风板运转过程中异响、左右扫风机构运转过程中异响、电机运行时轴承异响、蒸发器液流声、制热噪声等；空调器在进行试验过程中，送风口、进风口均应无异味、臭味、刺激性气味等。

2、试验要求

1）垂直空气温差、测量期耗电量、吹风感指数、预测平均热感觉指数（PMV）、热舒适试验时，按照国标GB/T 33658-2017中E.2.1.5中的被测空调运行条件：制冷工况时温度设定为27℃，制热工况时温度设定为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。

2）降温速率、升温速率试验时，制冷工况时温度设定为16℃，制热工况时温度设定为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。

3、试验室及温度测点布置

1）试验室布置如图2所示，试验室分为室内侧和室外侧，各房间的面积如表3所示，室内侧的房间用于放置室内机组；室外侧用于放置室外机组和环境控制机组，环境控制机组可控制环境的湿球温度和干球温度。

2）室内侧与室外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，导热系数1.0W/（m2•K）~ 2.0 W/（m2•K）；室内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1.0 W/（m2•K）~ 2.0 W/（m2•K）。

3）温度测点布置数量如表3所示，房间温度测点在水平方向和垂直方向的间隔距离为0.5 m，布置如图2所示，所有房间垂直方向以0.1m为起点，每隔0.5m布置一层温度测点，共布置5层温度测点，如图3所示。

表3 各房间面积与测点数量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 房间编号 | 长a | 宽a | 高a | 房间温度测点数量b | 额定制冷量CC |
| 1-1房间 | 5.5m | 9.2m | 2.8m | 17×10×5 | 7.1kW＜CC≤14 kW |
| 1-2房间 | 6.6m | 4.0m | 2.8m | 12×7×5 | 4.5kW＜CC≤7.1kW |
| 1-3房间 | 2.4m | 4.0m | 2.8m | 4×7×5 | CC≤2.2kW |
| 1-4房间 | 3.8m | 4.1m | 2.8m | 6×7×5 | 2.2kW＜CC≤2.6kW |
| 1-5房间 | 3.8m | 5.3m | 2.8m | 6×8×5 | 2.6kW＜CC≤4.5kW |
| a房间的长、宽、高尺寸的允许偏差为±0.1m；b房间温度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 房间温度测点布局图



图3 垂直方向温度测点布局图

4、试验测试方法

1）垂直空气温差

当室内、室外侧达到表2的运行工况，且处于热稳定状态后，开始进行舒适性测试。被测空调启动运行2h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30s，数据采集时间为1h。按照公式（1）计算室内垂直空气温差。

············································（1）

式中：

**——高度层Hi到H1的垂直空气温差，本试验Hi取H5、H4、H3、H2，单位为开尔文（K）；

**——高度层Hi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（℃）；

**——高度层H1中，与Hi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Hi中测点的总数量。

2）吹风感指数

按照1）试验方法，室内热环境稳定后，测量采集时间内各检测点的温度值和风速，按照公式（2）计算房间监测点的吹风感指数，整个房间的吹风感指数为测定时间内检测点吹风感指数的平均值。

$DR=\left(34−t\_{a}\right)\left(ν\_{a}−0.05\right)^{0.62}\left(0.37×ν\_{a}×T\_{u}+3.14\right) $······················（2）

式中：

*DR* ——吹风感指数，即由于涡动气流引起的不满意率；若DR＞100%，则DR=100%。

*Ta* ——局部空气温度，单位为摄氏度（℃）；

*va*——局部平均空气流速，单位为米每秒（m/s）；若*va*≤0.05m/s，则*va* =0.05m/s；

*Tu*——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，取百分数；其值在10%—60%之间，若未知可取40%。

3）测量期耗电量

按照1）的试验方法，被测空调器在制冷模式（制热模式）下，采集空调器从开机到运行3h后停机，所消耗的电量。

4）热舒适、预测平均热感觉指数（PMV）

按照1）的试验方法，当室内、室外侧达到表2的运行工况，且处于热稳定状态后，开始进行舒适性主观评价测试：

共邀请15名受试者全程参与实验，将受试者分3组、每组5人分别进入实验室体验并按照前、后、左、右和中间的方位分布在房间内，受试者位置如图4所示。



图4 受试者位置布置示意图

实验开始前，受试者先在环境温度为26℃的空调房停留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15min，模拟用户长时间在室外停留的情形；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 2min填写一次至实验结束。每次实验持续进行3h。

调查问卷内容包括受试者局部与整体热感觉以及整体热舒适，可参照附录A。其中，局部热感觉部位为：头部、躯干和足部。调查中使用的标尺见表4、表5。

表4 热感觉量表

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

表5 热舒适标尺（断裂标尺）



5）降温速率

在额定电压、表2制冷工况（高温条件）下进行测试，工况稳定后开机运行，同时关闭室内侧工况机，按照试验要求2），开始降温速率测试。从空调器开启时开始采集数据，当运行时间达到30min时或者室内平均温度到达规定温度时，停止实验，按照公式（3）计算降温速率。

 ···············································（3）

式中：

**——高度层Hi截面高度及以下的降温速率，本试验Hi取H4、H3，单位为摄氏度每分钟（℃/min）；

**——制冷模式下，被测空调器开机时刻，高度层Hi截面高度及以下所有测点的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

**——制冷模式下，降温实验结束时刻，高度层Hi截面高度及以下所有测点的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

*Tc*——制冷模式下，从被测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，单位为分钟（min）。

6）升温速率

在额定电压，在表2制热工况（低温条件）下进行测试，工况稳定后开机运行，同时关闭室内侧工况机，辅助电加热处于关闭状态，按照试验要求 2），开始升温速率测试。从空调器开启时开始采集数据，当运行时间达到30min时或者室内平均温度到达规定温度时，停止实验，按照公式（4）计算降温速率。

 ···············································（4）

式中：

**——高度层Hi截面高度及以下的升温速率，本试验Hi取H4、H3，单位为摄氏度每分钟（℃/min）；

**——制热模式下，被测空调器开机时刻，高度层Hi截面高度及以下所有测点的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

**——制热模式下，升温实验结束时刻，高度层Hi截面高度及以下所有测点的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

*Th*——制冷模式下，从被测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，单位为分钟（min）。

**四. 标准中涉及专利的情况**

本标准不涉及国内外专利问题。

**五.预期达到的社会效益、对产业发展的作用**

房间空气调节器产业属“顾客驱动型”产业，开发高质量的好产品是空调器生产企业赢得消费者青睐的关键，符合产业发展的需求。

本标准以国家及空调器生产企业对室内热环境舒适性评价方法的标准为参考，对空调器运行阶段室内热环境动态及稳态舒适性主观评价、客观核心指标评价进行了全面的规范，有助于生产企业提升空调器的舒适性技术水平促进标准化工作的持续发展。

通过本标准的实施，能够规范房间空气调节器室内热舒适性评价方法，有利于推动空调行业室内热环境舒适性评价方法的发展及应用研究。

**六.采用国际标准和国外先进标准情况**

本标准没有采用国际标准。

本标准制定过程中未查到同类国际、国外标准。

本标准制定过程中有测试国外的样品。

本标准水平为国内领先水平。

**七.在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准**

本标准属于团体标准，与现行法律、法规、规章及相关标准内容无矛盾和冲突。

**八.重大分歧意见的处理经过和依据**

暂无

**九.标准应用的建议**

建议本标准批准发布即实施。

**十.废止现行相关标准的建议**

无

**十一.其他应予以说明的事项**

无

《房间空气调节器室内热舒适性评价方法》团体标准起草工作组

 2024年10月