ICS 97.040.30

CCS Y 61

|  |
| --- |
|       |

X/XXX XXXXX—XXXX

|  |
| --- |
|       |

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

(征求意见稿)

|  |
| --- |
|  |
|  |

202X - XX - XX发布

202X - XX - XX实施

XXXXXXXX   发布

团体标准

目  次

[目  次 I](#_Toc177548430)

[前  言 II](#_Toc177548431)

[1 范围 3](#_Toc177548433)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc177548434)

[3 术语和定义 3](#_Toc177548435)

[4 技术要求 4](#_Toc177548436)

[5 试验 5](#_Toc177548437)

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：

本文件主要起草人：

房间空气调节器室内热舒适性评价方法

# 范围

本文件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。

本文件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。

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）。

# 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

# 术语和定义

GB/T 33658-2017 、GB/T 5701-2008、T/CAS 305-2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

## **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。

## **热稳定状态 thermal stable state**

在约1小时的时间间隔内，每20分钟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摄氏度时的热环境状态。

[来源：GB/T 33658-2017，3.7]

## **热环境 thermal environment**

影响人体换热的环境特性。

[来源：GB/T 5701-2008，3.7]

## **热舒适 thermal comfort**

表示对热环境的主观满意程度，通过主观评价进行评定。

[来源：GB/T 5701-2008，3.4]

## **动态热舒适dynamic thermal comfort**

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steady-state thermal comfort**

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。

## **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]

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

室内环境达到热稳定状态后，垂直方向上存在的空气温差。

[来源：GB/T 33658-2017，3.4]

## **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]

## **降温速率 cooling rate**

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。

注：单位为摄氏度每分钟（℃/min）。

## **升温速率 heating rate**

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。

注：单位为摄氏度每分钟（℃/min）。

# 技术要求

## **通用要求**

4.1.1 空调器的性能、能效应符合GB/T 7725、GB 21455的要求。

4.1.2 空调器的安全应符合GB/T 4706.1、GB/T 4706.32的要求。

## **性能要求**

### **4.2.1垂直空气温差**

按照5.4.1的方法试验时，室内两任意高度层之间的垂直空气温差应小于3K，高度层划分见表1。

表1 高度区间划分

 单位为米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 高度层代号 | 距地面高度 | 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 |

### **4.2.2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%。

### **4.2.3测量期耗电量**

按照5.4.3的方法试验时，记录测量期耗电量。

注：该指标不设要求，测试数据可用于企业数据收集、研究、宣传等。

### **4.2.4热舒适**

按照5.4.4的方法试验时，记录热环境动态阶段、稳态阶段的主观热舒适评价。

### **4.2.5预测平均热感觉指数（PMV）**

按照5.4.4的方法试验时，记录热环境动态阶段、稳态阶段的主观热感觉评价。

### **4.2.6降温速率**

按照5.4.5的方法试验时，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。

### **4.2.7升温速率**

按照5.4.6的方法试验时，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。

# 试验

## **试验条件**

### **5.1.1**空调器的安装、设置符合GB/T 7725的相关要求。

### **5.1.2**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 | / |

### **5.1.4**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。

## **试验要求**

5.2.1 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。

5.2.2 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。

## **试验室及温度测点布置**

### **5.3.1试验室布置要求**

试验室布置如图1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。

### **5.3.2试验室围墙要求**

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）。

### **5.3.3温度点布置要求**

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1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2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1 房间温度测点布局图



图2 垂直方向温度测点布局图

## **试验方法**

### **5.4.1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。

### **5.4.2吹风感指数**

按照5.4.1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%。

### **5.4.3测量期耗电量**

按照5.4.1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。

### **5.4.4热舒适、预测平均热感觉指数（PMV）**

按照5.4.1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3所示。



图3 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）



### **5.4.5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5.2.2，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）。

### **5.4.6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5.2.2，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）。

附录A

（资料性）

预测平均热感觉指数（PMV）、热舒适调查问卷模板

填表日期 开始测试时间 坐姿□站姿□其他 所处位置

性别 年龄 身高 cm 体重 kg 短袖□长袖□西裤□外套□棉外套□其他

其它说明

|  |
| --- |
| 填表说明：热感觉：热+3、暖+2、稍暖+1、适中0、稍凉-1、凉-2、冷-3热舒适：非常舒适+2、舒适+1、有点舒适+0.01、稍有不适-0.01、，不舒适-1、非常不舒适-2坐姿状态下：脚、躯干和头的代表高度分别为0.1m、0.6m和1.1m站姿状态下：脚、躯干和头的代表高度分别为0.1m、1.1m和1.6m |
| 时间/min | 热感觉-脚 | 热感觉-躯干 | 热感觉-头 | 热感觉-整体 | 热舒适-整体 | 备注 |
| 开机时刻 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |

参 考 文 献

[1] GB/T 18048-2008 热环境人类工效学代谢热量的测定

[2] 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

[3] ISO 7730-2005 Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermail comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria

[4] ANSI/ASHRAE 55-2023 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_