



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 38047.2—2021

---

## 智能家用电器可靠性评价方法 第2部分：房间空气调节器的特殊要求

Evaluation methods for reliability on smart household appliances—  
Part 2: Special requirements for room air conditioners

2021-05-21 发布

2021-12-01 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

引言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 可靠性评价内容 ..... 1

5 可靠性试验方法 ..... 2

6 故障数据的分析评估 ..... 5

附录 A（资料性） 智能空调器的操作模式剖面示例 ..... 6

附录 B（资料性） 智能空调器中几种常用传感器的典型失效模式 ..... 7

附录 C（资料性） 智能空调器环境应力剖面制定示例 ..... 8

参考文献 ..... 10

## 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。

本文件是 GB/T 38047《智能家用电器可靠性评价方法》的第2部分。GB/T 38047 已经发布了以下部分：

——第1部分：通用要求；

——第2部分：房间空气调节器的特殊要求。

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。

本文件由全国家用电器标准化技术委员会(SAC/TC 46)归口。

本文件起草单位：工业和信息化部电子第五研究所、中国家用电器研究院、青岛海尔空调器有限总公司、珠海格力电器股份有限公司、广东美的制冷设备有限公司、安徽中家智锐科技有限公司、青岛海尔智能技术研发有限公司、威凯检测技术有限公司、大金(中国)投资有限公司上海分公司、奥克斯空调股份有限公司、北京小米电子产品有限公司、中国质量认证中心、浙江中广电器股份有限公司、广东产品质量监督检验研究院、山东省计量科学研究院、佛山市质量计量监督检测中心、TCL 空调器(中山)有限公司、四川长虹空调有限公司、海信(山东)空调有限公司、西安庆安制冷设备股份有限公司、长虹美菱股份有限公司。

本文件主要起草人：吴上泉、李一、陈军、张艳丽、李锴、赵鹏、高保华、陈进、戈志强、吴志东、亓新、程永甫、李立博、张天顺、王坤、袁雅青、凌拥军、何伟洪、刘毅、欧卓鸿、项卫琴、刘帆、刘旭敏、孙民、李昱兵。

# 引 言

随着智能家电行业的深入发展,智能化技术应用层出不穷,对于智能化家电产品而言,产品的可靠性指标不同于以往的传统家电,其本身的一些特征,导致传统家用电器的可靠性评价准则不再适用。针对目前存在的现状,在原家用电器可靠性标准体系的基础上,补充建立 GB/T 38047《智能家用电器可靠性评价方法》评价准则,GB/T 38047 拟由若干部分构成:

- 第 1 部分:通用要求。目的在于确立适用于智能家用电器可靠性评价的通用要求及方法。
- 第 2 部分:房间空气调节器的特殊要求。在通用要求的基础上,给出适用于智能房间空调器产品的可靠性评价的特殊要求和具体评价方案。
- 第  $n$  部分:其他智能家电产品特殊要求。

智能空调器产品可靠性要求,是空调器智能技术研究不可或缺的一部分,将对我国空调器行业产品质量升级、制造转型产生重要积极作用。

# 智能家用电器可靠性评价方法

## 第2部分：房间空气调节器的特殊要求

### 1 范围

本文件规定了智能家用和类似用途房间空气调节器(以下简称智能空调器)可靠性评价的内容、试验方法和分析评价方法。

本文件适用于智能空调器的可靠性评价。

### 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 21455 房间空气调节器能效限定值及能效等级

GB/T 24985—2010 家用和类似用途房间空气调节器可靠性试验方法

GB/T 38047.1—2019 智能家用电器可靠性评价方法 第1部分:通用要求

IEC 60335-2-40 家用和类似用途电器 安全 第2-40部分:热泵、空调器和除湿机的特殊要求 (Household and similar electrical appliances—Safety—Part 2-40:Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers)

### 3 术语和定义

GB/T 38047.1—2019 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**智能空调器 smart air conditioner**

采用了智能化技术,具备感知、决策、执行、学习以及反馈能力(包括学习结果的应用能力),并将这些能力综合利用以实现特定功能的空气调节器。

[来源:GB/T 37879—2019,3.1]

### 4 可靠性评价内容

#### 4.1 评价参数选择

智能空调器宜选择平均失效间隔时间(MTBF)作为评价参数。

#### 4.2 评价指标的确定

智能空调器应按 GB/T 38047.1—2019 中 4.2 的规定确定评价指标。

#### 4.3 评价方法

本文件规定的智能空调器智能化技术的软硬件综合试验的可靠性评价方法,属于定量评价方法中

的统计分析方法。

注：GB/T 24986.4—2017 和 GB/T 24985—2010 给出了智能空调器智能化以外其他部分的可靠性定性和定量评价方法。

## 5 可靠性试验方法

### 5.1 试验剖面设计

#### 5.1.1 试验剖面设计总则

智能空调器应按 GB/T 38047.1—2019 中 5.1.1 规定进行试验剖面设计。

#### 5.1.2 智能家电任务剖面设计

智能空调器的核心任务剖面,主要包括制冷(包含除湿)、制热任务剖面,根据 GB 21455 规定的空调制冷和制热运行时数,或智能空调系统日志的内容确定制冷和制热的发生概率。

注 1: 当根据 GB 21455 中规定的空调器制冷和制热运行时数来确定发生概率时,以热泵空调器为例,制冷任务剖面一年平均使用  $X$  小时,制热模式一年平均使用  $Y$  小时,则制冷任务发生的概率为  $X/(X+Y)$ ,制热任务发生的概率为  $Y/(X+Y)$ 。

注 2: 若针对一些智能化功能,则可根据厂家的技术规格说明书和智能家电系统运行日志等证明材料作相应的修正。

#### 5.1.3 构造软件测试剖面

##### 5.1.3.1 软件测试概述

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.1.3.1 规定进行软件测试。

##### 5.1.3.2 确定软件模式剖面

按智能空调器的运行模式和智能空调器的任务剖面,对用户种类、操作的构造性结构进行划分,附录 A 提供了一个软件操作模式剖面的示例。

##### 5.1.3.3 确定软件功能剖面

智能空调器互联/互操作要求,可通过构造输入和预期输出,依据预期输出与实际输出响应的偏离程度,对故障进行判决。

对于智能化能力要求以及智能功能的效果要求,如果智能空调器的技术规格说明文档有明确说明,且输出一些特征指标能够量化,可以通过可靠性试验前和试验过程中其动、静态响应指标的对比,观察其性能衰退程度进行故障判定,否则本文件不考核其可靠性。对于智能化能力中的感知能力,附录 B 列举了智能空调器中几种常用传感器的典型失效模式。

注: 如针对智能空调器对光照强度、人体状态的感知功能,可评估其动态响应时间、感知准确度的衰减程度等,设定判为故障的功能偏离程度的阈值。

##### 5.1.3.4 确定软件操作剖面

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.1.3.4 规定确定软件操作剖面。

针对互联/互通功能下的软件操作,可以包括但不限于配网设置、设备认证、启动自检、设备操作、

OTA 程序升级。其中,设备操作可以包括但不限于开关机、温度调节、模式调节、风速调节、风向设定等。

#### 5.1.4 构造综合环境应力剖面

##### 5.1.4.1 环境应力选择

智能空调器的任务剖面中,按 GB/T 24985—2010 中 5.2.1 的规定,起主要影响的气候环境参数为:

- a) 制冷任务运行:试验环境温度不低于 32 ℃,相对湿度为 30%~80%;
- b) 制热任务运行:试验环境温度不低于 20 ℃,相对湿度为 30%~80%。

电源电压也是对智能空调器可靠运行产生影响的一种应力,应在试验过程中对电源电压进行拉偏,拉偏幅度根据产品技术规范要求确定。

对于网络条件的要求:若智能空调器采用无线通信方式,应保证其处于无线通信方式接收灵敏度 +45 dBm 以上的网络环境中。

##### 5.1.4.2 环境应力剖面制定

首先,根据 5.1.2 中规定的智能空调器任务剖面,划分智能空调器的活动状态,并确定各个任务剖面的相对持续时间。

其次,智能空调器的环境应力主要分为温度参数应力、电参数应力,结合智能空调器的实际售后数据、智能家电系统日志,确定各参数的相对持续时间,同时,智能空调器的温度参数应力和电参数应力为互相独立的关系。

最后,绘制一个典型的试验周期剖面。

附录 C 提供了一种环境应力剖面制定的示例。

注:关于参数的相互关系,包括互存、互斥、从属、独立的关系说明可详见 GB/T 5080.2—2012 中第 6 章的相关内容。

##### 5.1.5 综合试验剖面制定

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.1.5 规定制定综合试验剖面制定。

#### 5.2 软件测试准备

##### 5.2.1 计算测试用例数量方法

智能空调器宜采用操作频率估计法,实际使用中智能空调器的操作频率数据可以通过智能家电系统日志、说明文档等资料获得。

##### 5.2.2 分配测试用例

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.2.2 规定进行测试用例分配。

##### 5.2.3 指定测试用例分组划分

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.2.3 规定制定测试用例分组划分。

在涉及语音和图像的测试用例设计时,可以根据智能空调器厂商、语音或者图像模块的提供商提供的关于该模块技术规格文档,开发仿真接口进行模拟测试。



5.3 测试执行

5.3.1 测试执行环境

智能空调器测试执行环境应符合 GB/T 38047.1—2019 中 5.3.1 规定。

在有条件的情况下,宜采用半实物仿真的测试方式。

考虑到试验的经济性,可采用事件压缩的方式实现软硬件综合测试,即在通过 5.2 制定测试用例集之后,在综合环境应力试验剖面中压缩每个操作发生间隔。

事件压缩比例为试验过程中操作发生的频率/实际使用中智能空调器操作发生的频率。

5.3.2 确定故障程度

智能空调器的典型故障及分类如表 1 所示。

表 1 智能空调器的典型故障及分类

序号	故障等级	故障描述
1	等级 1:严重故障	导致漏电、火灾危险、机械危险的故障
2		电气强度、泄露电流、接地电阻不符合 IEC 60335-2-40 的规定
3	等级 2:一般故障	运行时出现异常噪声
4		导致产品丧失主要功能,出现不制冷、不制热的故障
5		智能空调器中止工作或严重损坏数据库,如宕机等
6	等级 3:轻微故障	产品说明书中规定的智能化功能不能实现的故障
7		产品说明书中规定的智能化功能实现有偏离,且偏离不在厂家预期的可接受范围内的故障
注:本表作为统计故障数使用。		

5.3.3 故障数据统计

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.3.3 规定统计故障数据。

5.3.4 分析和记录测试输出的偏离

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.3.4 规定分析和记录测试输出的偏离。

5.3.5 确定哪些偏离是故障

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.3.5 规定确定哪些偏离是故障。

5.3.6 估计故障发生的时间

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.3.6 规定估计故障发生的时间。

5.3.7 形成测试记录

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 5.3.7 规定形成测试记录。





## 6 故障数据的分析评估

### 6.1 分布假设

在不对智能空调器软件做任何修改的条件下,对于尚无充分数据验证的情况,评价智能空调器的平均失效间隔时间时,假设故障时间的分布服从指数分布。

### 6.2 参数估计

智能空调器按 GB/T 38047.1—2019 中 6.2 规定进行参数估计。

在使用事件压缩的方式进行试验时,应将故障发生的时间乘以 5.3.1 中的事件压缩比例作为参数估计时的故障分布。



## 附录 A

(资料性)

## 智能空调器的操作模式剖面示例

分别针对制冷任务和制热任务剖面制定软件模式剖面,该剖面的划分需参考客户和用户组、操作的构造性结构、网络环境等,表 A.1 为一个软件操作模式剖面制定的示例。

表 A.1 软件操作模式剖面示例

任务剖面	软件模式	发生概率
制冷任务	完全级别的家电用户、联机模式、网络拥塞	$P_{11}$
	完全级别的家电用户、联机模式、网络通畅	$P_{12}$
	完全级别的家电用户、单机模式	$P_{13}$
	限值级别的家电用户、联机模式、网络拥塞	$P_{14}$
	限值级别的家电用户、联机模式、网络通畅	$P_{15}$
	限值级别的家电用户、单机模式	$P_{16}$
	售后人员、网络拥塞	$P_{17}$
	售后人员、网络通畅	$P_{18}$
制热任务	完全级别的家电用户、联机模式、网络拥塞	$P_{21}$
	完全级别的家电用户、联机模式、网络通畅	$P_{22}$
	完全级别的家电用户、单机模式	$P_{23}$
	限值级别的家电用户、联机模式、网络拥塞	$P_{24}$
	限值级别的家电用户、联机模式、网络通畅	$P_{25}$
	限值级别的家电用户、单机模式	$P_{26}$
	售后人员、网络拥塞	$P_{27}$
	售后人员、网络通畅	$P_{28}$

附 录 B  
(资料性)

智能空调器中几种常用传感器的典型失效模式

智能空调器常用的传感器有温度传感器、湿度传感器、空气质量传感器等。表 B.1 分别列举了几种比较常见的传感器的典型失效模式。

表 B.1 几种常用传感器的典型失效模式

传感器	分类	典型的几种失效模式
温度传感器	热敏电阻	电路开路
		阻值超差
		封装破坏
	热电偶	热电偶丝断线
湿度传感器	半导体陶瓷湿度传感器	感湿体失效
		金属电极开路
		封装破坏
	高分子薄膜电容湿度传感器	无输出
		电容击穿
		输出漂移
		基片脱落
		电极与感湿膜分离
空气质量传感器	电化学气体传感器	电极开路
		电极间短路
		电解液性质改变
		电极活性改变
	电阻型半导体气体传感器	电路开路
		阻值超差

## 附录 C

(资料性)

## 智能空调器环境应力剖面制定示例

以一款具有制冷和制热功能的热泵型智能空调为例。

首先,根据智能空调器的任务划分,主要分为制冷和制热任务,可制定表 C.1。

表 C.1 任务相对持续时间示例

任务编号	任务说明	相对持续时间
1	制冷任务	0.724
2	制热任务	0.276
共计	—	1.0
注:当考虑到智能空调器的其他模式时,比如除湿、通风等需要对环境工况做调整的,在考核其智能功能时,可以相应的调整环境温度应力和相对持续时间占比。		

其次,根据智能空调器的环境应力主要分为温度应力、电应力,分析各自应力施加的组合与厂家的技术规范的要求,制定表 C.2。

表 C.2 试验严酷度相对持续时间示例

任务	参数	试验严酷度	符号	相对持续时间	总和
任务 1:制冷	温度 <sup>a</sup>	32 ℃	$T_1$		1.0
		20 ℃	$T_2$		
	电压	标称电压的 1.1 倍	$U_{1.1}$	0.25	1.0
		标称电压	$U_{1.0}$	0.5	
		标称电压的 0.9 倍	$U_{0.9}$	0.25	
任务 2:制热	温度 <sup>a</sup>	32 ℃	$T_1$	0.0	1.0
		20 ℃	$T_2$	1.0	
	电压	标称电压的 1.1 倍	$U_{1.1}$	0.25	1.0
		标称电压	$U_{1.0}$	0.5	
		标称电压的 0.9 倍	$U_{0.9}$	0.25	
<sup>a</sup> 智能空调器工作时的环境温度既是负载又是环境应力,根据 GB/T 24985—2010 的要求,在制冷任务时,只考虑 32 ℃工作温度,在制热任务时,只考虑 20 ℃工作温度。					



最后,绘制试验剖面图 C.1,其中,各个区间的相对持续时间为:

$$\begin{aligned}d(T_1,U_{1,1})&=d(T_1)\times d(U_{1,1})=0.181\\d(T_1,U_{1,0})&=d(T_1)\times d(U_{1,0})=0.362\\d(T_1,U_{0,9})&=d(T_1)\times d(U_{0,9})=0.181\\d(T_2,U_{1,1})&=d(T_2)\times d(U_{1,1})=0.069\\d(T_2,U_{1,0})&=d(T_2)\times d(U_{1,0})=0.138\\d(T_2,U_{0,9})&=d(T_2)\times d(U_{0,9})=0.069\end{aligned}$$

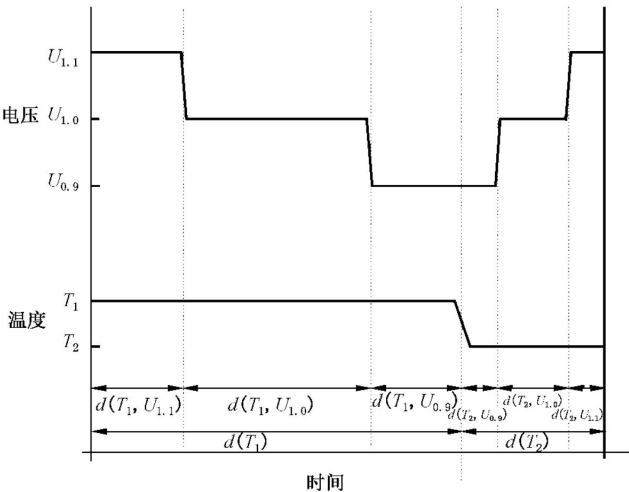


图 C.1 一个试验周期剖面



### 参 考 文 献

- [1] GB/T 5080.2—2012 可靠性试验 第2部分:试验周期设计
  - [2] GB/T 24986.4—2017 家用和类似用途电器可靠性评价方法 第4部分:房间空气调节器的特殊要求
  - [3] GB/T 37879—2019 智能家用电器的智能化技术 空调器的特殊要求
- 

