**《智能家居产品通信可靠性测试规范》**

**编制说明（征求意见稿）**

一、工作简况

1、任务来源

本项目是根据中国轻工业联合会团体标准制定计划（中轻联综合[2019]366号），计划编号2019035，项目名称“智能家居产品通信可靠性测试规范”进行制定，主要起草单位为中国家用电器研究院、中轻合盛科技有限公司、安徽众家云物联网科技有限公司、中家院（北京）检测认证有限公司、青岛海尔智能技术研发有限公司等，计划应完成时间为2021年。

2、主要工作过程

起草阶段：

2019年12月，全国家用电器标准化技术委员会在委员会内部以及家电企业、智能家居企业征集起草工作组成员。

2020年1月3日，全国家用电器标准化技术委员会在安徽省滁州市组织召开了《智能家居产品通信可靠性测试规范》团体标准启动会暨标准起草工作组第一次会议，中国家用电器研究院等单位的23名代表参加了会议。会议宣布成立《智能家居产品通信可靠性测试规范》团体标准起草工作组，中国家用电器研究院为工作组组长单位。新成立的起草工作组在原有标准草案的基础上进行了充分讨论，初步确定了标准的适用范围、编写大纲，并对起草工作进行了分工。

2020年3月26日，全国家用电器标准化技术委员会组织召开了《智能家居产品通信可靠性测试规范》团体标准起草工作组第二次会议。因疫情原因，此次会议采取线上会议的形式，中国家用电器研究院等单位的15名代表参加了会议。会议对标准架构进行了讨论，强调了该标准制定应重点关注应用层面的技术要求及测试方法，并对标准文本逐字逐句进行了讨论。本次会议工作组对标准的框架、主要内容基本达成一致意见。

2020年5-9月，起草工作组依据标准草案，开展标准技术内容的试验验证，验证内容包括5个测试场景下的23个测试项目，涉及9个品牌的13款智能产品，累计测试项目167项。测试任务委托中家院(北京)检测认证有限公司实验室、安徽众家云物联网科技有限公司智能家居实验室完成。

2020年10月13-14日，全国家用电器标准化技术委员会在安徽省滁州市组织召开了《智能家居产品通信可靠性测试规范》团体标准起草工作组第三次会议，中国家用电器研究院等单位的23名代表参加了会议。参会代表听取了中国家用电器研究院的标准试验验证总结报告，对测试方法、网络仿真测试参数等技术细节进行了讨论，最终确认了网络仿真指标限值。全体工作组成员一致认为会后对标准文本进行完善后，可以形成《智能家居产品通信可靠性测试规范（征求意见稿）》。

3、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准由中国家用电器研究院、中轻合盛科技有限公司、安徽众家云物联网科技有限公司、中家院（北京）检测认证有限公司、青岛海尔智能技术研发有限公司、海信家电集团股份有限公司、青岛聚好联科技有限公司、美的集团股份有限公司、南京璇玑信息技术有限公司、博西华电器（江苏）有限公司、安徽中认倍佳科技有限公司、威能（无锡）供热设备有限公司、大金（中国）投资有限公司上海分公司、安徽中家智锐科技有限公司、乔山健康科技（上海）有限公司共同起草。

主要成员：赵鹏、陈丽芬、张涛、叶迅凯、李滟、杨楠、冯承文、陈坚波、董征、陈挺、刘轶、夏必聪、刘杰、陆晓平、李红伟、焦利敏、胡亚欣、杨文靖、林志彦。

所做工作：中国家用电器研究院作为标准起草工作组的组长单位，负责标准起草、试验验证等的牵头和全面协调工作；中轻合盛科技有限公司、安徽众家云物联网科技有限公司、中家院（北京）检测认证有限公司、安徽中认倍佳科技有限公司除参与标准起草，主要负责试验验证、数据分析、汇总统计等工作；其他单位参与标准起草、提供试验样机、并负责相关法规、专利及标准的查询和整理。

二、标准编制原则

本标准依据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》编制，标准与其他相关标准进行很好的衔接，充分考虑智能家居产业特性，以企业为主体、以需求为导向、以智能产品应用方案为基础，走产学研相结合的路线，推动通信可靠性评估方法在行业中的应用，力争在智能家居应用测试规范方面填补国内空白。起草工作组在标准编制的过程中坚持自主知识产权、成本和易用性等主要衡量指标，跟踪国际相关领域技术发展态势，融合众家所长的基本指导思想，并遵守以下原则。

⒈科学性原则

本标准以国家或行业有关智能家居产品的相关法律法规、技术政策为依据，在已有的各类互联接口标准和标识标准的基础上，研究具有网络功能的家用智能产品的通信可靠性测试规范，对智能产品（/系统）通信质量的测试和评估方法进行分析、总结和提升，通过系统性与标准化整理、撰写、修改和反复验证，使标准更科学、准确、合理、完整地规范测试过程，确保产品间能够进行有效可靠的通信，指导企业组织设计、生产和评测，促进行业有序发展和整体质量水平的提高。

⒉代表性原则

本标准以“通信可靠性”为核心，从基本通信、网络仿真、电磁兼容、环境、典型应用五个方面，选取具有代表性、针对性的场景和指标对产品进行测试与评价，其中包括网络带宽、通信时延、报文乱序、高温、高湿、脉冲干扰等涉及产品通信过程中的痛点、要点进行跟踪评价，既代表了消费者的使用需求，又代表了产品乃至行业的发展提升方向，对消费者、企业、市场都具有积极的意义。

⒊技术先进性原则

在技术创新上，本标准综合考虑到智能家居产品可能涉及到的方方面面，并从中选取具有代表性和风险性的指标进行评价，引入网络仿真、电磁兼容、环境等场景测试以及通信成功率测试方法等。在试验验证上，保证了测试方法的普适性和代表性。起草工作组在大量实测数据的基础上缜密、充分地完成本标准中的验证工作。

⒋经济合理性原则

在确定本标准主要技术性能指标时，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济效益和社会效益，同时充分体现了标准的经济合理性以及标准中涉及的各项技术指标应满足的实际要求，力求针对性突出，技术内容尽量合理，使本标准的制订有利于促进企业经济效益和社会效益的统一，有利于产业的发展和测试评价方法的推广应用。

三、标准主要内容的确定

（一）标准的主要内容

本标准规定了智能家居产品通信可靠性测试的技术要求和测试方法，适用于单相器具额定电压不超过250V，其他器具额定电压不超过480V的智能产品。

智能家居产品通信可靠性测试方法包括基本通信测试、网络仿真测试、电磁兼容测试、环境测试、典型应用测试5大类、23小项测试。

本标准适用于无线通信或有线通信的智能家居产品通信可靠性评估。

（二）解决的主要问题

在消费者对美好生活需要的拉动下，电子产品消费需求长期旺盛，并且逐渐呈现出智能化和高端化的发展趋势。智能产品迅猛发展的同时，相应的通信可靠性测试评价工作却存在严重脱节。智能家居产业缺少完善的标准体系或测试体系来指导和规范产品设计、生产、测试、安装、维修、使用等环节的网络通信性能；市场上智能产品的通信质量参差不齐，在性能指标方面存在较大差别，不仅影响消费者的用户体验，也存在极大的安全隐患。

本标准在智能家居领域率先提出智能产品通信可靠性测试评价方法，量化评估复杂场景对产品（/系统）通信过程的影响，指出影响智能产品通信性能的可能因素。测试评价方法既适用于无线通信，也适用于有线通信；既适用于局域网通信，也适用于广域网通信。

本标准研究确立多维度、参数可调的家庭应用仿真测试场景，提供方向性测试、网络仿真测试、电磁兼容干扰测试、环境干扰测试、典型应用测试共5大类、23项仿真测试场景，从应用层面为智能产品测试提供稳定的背景环境。

本标准研究提出智能家居产品通信可靠性评估参数和性能判据，可帮助生产企业更好开展智能产品、智能模块可靠性评价和市场选型，提高智能产品（/系统）通信质量，推动智能家居产业快速发展。

（三）主要试验（或验证）情况分析

⒈验证情况说明

本标准制定过程中针对智能家居产品通信可靠性测试的5大类、23小项测试项目(测试项目如表1所示,下文以表1所示序号代表测试项目名称）均进行了多次验证试验，验证标准技术内容和性能判据的合理性、测试方法的可行性，涉及9个品牌的13款智能家居产品，产品列表1所示（下文以表2所示序号代表被测样机厂商、机型、型号信息）。

**表1测试项目列表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 测试场景 | 测试项目 |
| I1 | 基本通信测试 | 基本通信功能 |
| I2 | 网络仿真测试 | 带宽 |
| I3 | 背景流量 |
| I4 | 时延 |
| I5 | 丢包 |
| I6 | 误码率 |
| I7 | 乱序 |
| I8 | 重复帧 |
| I9 | 电磁兼容测试 | 静电放电抗扰度 |
| I10 | 辐射骚扰抗扰度（80MHz～6GHz） |
| I11 | 电快速瞬变脉冲群抗扰度 |
| I12 | 浪涌(冲击)抗扰度 |
| I13 | 射频场感应的传导骚扰抗扰度 |
| I14 | 工频磁场抗扰度 |
| I15 | 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的抗扰度 |
| I16 | 电压变化、电压波动和闪烁 |
| I17 | 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度 |
| I18 | 环境测试 | 高温 |
| I19 | 低温 |
| I20 | 恒定湿热 |
| I21 | 温度变化 |
| I22 | 交变湿热 |
| I23 | 典型应用测试 | 典型应用场景 |

**表2 参与验证的样机列表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 机型 | 厂商 | 型号 |
| P1 | 扫地机 | 美菱 | C3-L1 02BA |
| P2 | 空气净化器 | 美菱 | KJ65OF-Q1AB |
| P3 | 加湿器 | 格力 | SC-2506 |
| P4 | 电饭煲 | 格力 | GDCF-2008C |
| P5 | 空调器 | 美的 | KFR-72L/BP3N8Y-YB202(B1) |
| P6 | 空气净化器 | 美的 | KJ400G-E33 |
| P7 | 空调器 | 海信 | +AST-12UW4RXETQ00 |
| P8 | 除湿机 | 海信 | CF20BD/QH |
| P9 | 空气净化器 | 海尔 | KJ450F-HY03A |
| P10 | 家用服务机器人 | 众德迪克 | RUT\_Alan V2.0 |
| P11 | 空调器 | 机智云 | KFRd-72LW/(7210918)aBp2-A1 |
| P12 | 灶蒸机 | 方太 | JZT/Y-Z50-X2Z.i |
| P13 | 冰箱 | 博西华 | BCD-605W |

参与标准验证工作的样机种类包括空调器、电冰箱、除湿机、空气净化器、电饭煲、灶蒸机等，各样机参与的测试项目如表3所示。

**表3 各试验项目参与的样机数量**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测试场景 | 测试项目 | 被测样机数量 | 备注 |
| 1 | 基本通信测试 | 基本通信功能 | 6 | 空气净化器、加湿器、电饭煲、柜式空调 |
| 2 | 网络仿真测试 | 带宽 | 7 | 空气净化器、电饭煲、挂式空调、除湿机、柜式空调、灶蒸机、冰箱 |
| 3 | 背景流量 | 7 |
| 4 | 时延 | 7 |
| 5 | 丢包 | 7 |
| 6 | 误码率 | 7 |
| 7 | 乱序 | 7 |
| 8 | 重复帧 | 7 |
| 9 | 电磁兼容测试 | 静电放电抗扰度 | 10 | 扫地机、空气净化器、加湿器、电饭煲、柜式空调、挂式空调、除湿机、机器人 |
| 10 | 辐射骚扰抗扰度（80MHz～6GHz） | 9 |
| 11 | 电快速瞬变脉冲群抗扰度 | 9 |
| 12 | 浪涌(冲击)抗扰度 | 7 |
| 13 | 射频场感应的传导骚扰抗扰度 | 9 |
| 14 | 工频磁场抗扰度 | 0 |
| 15 | 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的抗扰度 | 0 |
| 16 | 电压变化、电压波动和闪烁 | 9 |
| 17 | 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度 | 9 |
| 18 | 环境测试 | 高温 | 8 | 空气净化器、加湿器、电饭煲、挂式空调、除湿机 |
| 19 | 低温 | 8 |
| 20 | 恒定湿热 | 8 |
| 21 | 温度变化 | 8 |
| 22 | 交变湿热 | 8 |
| 23 | 典型应用测试 | 典型应用场景 | 10 | 扫地机、空气净化器、加湿器、电饭煲、柜式空调、挂式空调、除湿机、机器人 |

各样机的试验项目统计如表4所示。

**表4 各产品试验项目统计**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 验证样机 | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | I10 | I11 | I12 | I13 | I14 | I15 | I16 | I17 | I18 | I19 | I20 | I21 | I22 | I23 |
| P1 |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ |  |  | √ |
| P2 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| P3 | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| P4 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| P5 | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ |  | √ |  |  | √ | √ |  |  |  |  |  | √ |
| P6 | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ |  | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| P7 |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| P8 |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| P9 | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| P10 |  |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ |  |  |  |  |  | √ |
| P11 |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| P12 |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| P13 |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

⒉测试端通信参数设置

测试软件中的通信参数设置如表5所示。

**表5 被测样机通信参数列表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 参数  厂商 | 重发次数 （次） | 最大单次指令响应时间（s） | 最大单条指令响应时间（s） | 空闲时间 （s） |
| 1 | 美菱 | 1 | 5 | 5 | 2 |
| 2 | 格力 | 3 | 3/5/17 | 25 | 0.1 |
| 3 | 美的 | 1 | 30 | 30 | 3 |
| 4 | 海信 | 1 | 15 | 15 | 3 |
| 5 | 海尔 | 3 | 15 | 45 | 2 |
| 6 | 众德迪克 | 1 | 5 | 5 | 3 |
| 7 | 机智云 | 3 | 0.5 | 1.5 | 0.5 |
| 8 | 方太 | 1 | 2 | 2 | 0.5 |
| 9 | 博西华 | 1 | 3 | 3 | 1 |

⒊综合通信成功率

图1所示为13台被测样机的综合通信成功率统计结果。

**图1 各产品综合通信成功率统计**

图中P7、P8样品的综合通信成功率低于90%，原因是电磁兼容测试中，静电放电抗扰度试验、电快速瞬变脉冲群抗扰度两项试验的单项通信成功率影响了综合通信成功率。

⒋单项通信成功率

基本通信功能测试、网络仿真测试、电磁兼容测试、环境测试、典型应用测试共5大类、23项测试的单项通信成功率如表6、表7、表8、表9所示。

**表6 基本通信功能测试单项成功率（%）统计**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 厂商 | 机型 | 型号 | I1通信成功率 |
| 1 | 美菱 | 空气净化器 | KJ65OF-Q1AB | 99.815 |
| 2 | 格力 | 加湿器 | SC-2506 | 100 |
| 3 | 格力 | 电饭煲 | GDCF-2008C | 100 |
| 4 | 美的 | 空调 | KFR-72L/BP3N8Y-YB202(B1) | 99.178 |
| 5 | 美的 | 空气净化器 | KJ400G-E33 | 99.383 |
| 6 | 海尔 | 空气净化器 | KJ450F-HY03A | 100 |

**表7 网络仿真测试单项通信成功率（%）统计**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 厂商 | 机型 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 |
| 1 | 美菱 | 空气净化器 | 100 | 100 | 99.954 | 99.907 | 99.907 | 98.565 | 100 |
| 2 | 格力 | 电饭煲 | 100 | 99.986 | 100 | 100 | 99.990 | 100 | 100 |
| 3 | 海信 | 空调 | 100 | 100 | 100 | 99.87 | 100 | 100 | 99.97 |
| 4 | 海信 | 除湿机 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5 | 机智云 | 空调 | 96.818 | 96.931 | 97.709 | 96.067 | 98.924 | 96.487 | 97.364 |
| 6 | 方太 | 灶蒸机 | 99.388 | 99.626 | 99.799 | 96.618 | 99.292 | 98.865 | 98.742 |
| 7 | 博西华 | 冰箱 | 98.17 | 98.75 | 98.18 | 97.69 | 98.01 | 96.33 | 95.23 |

**表8 电磁兼容测试单项通信成功率（%）统计**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 厂商 | 机型 | I9 | I10 | I11 | I12 | I13 | I16 | I17 |
| 1 | 美菱 | 扫地机 | 100 | / | / | / | / | / | / |
| 2 | 美菱 | 空气净化器 | 100 | 96.784 | 100 | 99.797 | 100 | 100 | 100 |
| 3 | 格力 | 加湿器 | 100 | 99.986 | 99.688 | 99.806 | 99.930 | 100 | 100 |
| 4 | 格力 | 电饭煲 | 100 | 100 | 100 | 99.950 | 99.935 | 99.975 | 100 |
| 5 | 美的 | 空调 | 100 | 99.136 | 100 | / | 98.936 | 98.688 | 97.561 |
| 6 | 美的 | 空气净化器 | 97.297 | 99.259 | 98.485 | / | 97.183 | 99.052 | 99.556 |
| 7 | 海信 | 空调 | 25 | 91.398 | 25 | 99.67 | 100 | 92.296 | 100 |
| 8 | 海信 | 除湿机 | 92.308 | 78.767 | 89.655 | 100 | 91.954 | 87.699 | 100 |
| 9 | 海尔 | 空气净化器 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 10 | 众德  安卓 | 机器人 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

**表9 环境测试单项通信成功率（%）统计**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 厂商 | 机型 | I18 | I19 | I20 | I21 | I22 |
| 1 | 美菱 | 扫地机 | 100 | 100 | 100 | / | / |
| 2 | 美菱 | 空气净化器 | 99.565 | 100 | 100 | 99.854 | 99.854 |
| 3 | 格力 | 加湿器 | 99.960 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4 | 格力 | 电饭煲 | 99.970 | 99.927 | 100 | 99.972 | 99.979 |
| 5 | 美的 | 空气净化器 | 99.349 | 99.240 | 99.421 | 99.500 | 99.395 |
| 6 | 海信 | 空调 | 95.833 | 99.783 | 93.991 | 64.209 | 90.940 |
| 7 | 海信 | 除湿机 | 84.766 | 82.661 | 75.559 | 86.068 | 69.837 |
| 8 | 海尔 | 空气净化器 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

**表11典型应用场景测试单项通信成功率（%）统计**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 厂商 | 机型 | I23通信成功率 |
| 1 | 美菱 | 扫地机 | 100 |
| 2 | 美菱 | 空气净化器 | 100 |
| 3 | 格力 | 加湿器 | 100 |
| 4 | 格力 | 电饭煲 | 100 |
| 5 | 美的 | 空调 | 99.314 |
| 6 | 美的 | 空气净化器 | 99.330 |
| 7 | 海信 | 空调 | 93.048 |
| 8 | 海信 | 除湿机 | 86.458 |
| 9 | 海尔 | 空气净化器 | 100 |
| 10 | 众德迪克 | 机器人 | 100 |

单条指令响应时间平均值与通信成功率间的关系，以美菱空气净化器为例，图2所示为该样机在每项试验中的单条指令响应时间平均值、最大单条指令响应时间、单相通信成功率间的关系曲线。

**图2单条指令响应时间与通信成功率间的关系曲线**

从图2中可以看出，所有试验项目中，单条指令的响应时间均小于最大单条指令响应时间（厂家提供），即待测样机在允许的响应时间内都完成了指定动作；且单条指令响应时间平均值越小，单项通信成功率有越高的趋势。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

国际上目前尚无智能家居产品通信可靠性方面的测试评价标准或规范。

本标准制定过程中未查到同类的国际、国外标准。

本标准水平为国内先进水平。

五、与国内相关标准的关系

本标准的提出和制定，将与现行GB/T 28219-2018《智能家用电器通用技术要求》、正在制定阶段的《智能家用电器系统互操作 第7部分：一致性测试规范》标准配套，使我国以智能家用电器为代表的智能产品相关标准更趋完善，协调配套性良好。

本标准与现行法律、法规、规章及相关标准内容无矛盾和冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

标准编制过程中充分发挥工作组成员的积极性，讨论和验证工作充分，不存在重大意见分歧。

七、其他

本项标准不涉及专利问题。

考虑到团体标准的时效性，建议发布后立即实施。