ICS 29.120.40
CCS K 60

# T/SILA

# 上海浦东智能照明联合会团体标准

T/SILA 028—2026

# 室内和类似用途智能面板技术要求

Technical requirements for intelligent panels for indoor and similar applications

2026－10－25 发布　　2026－10－25 实施

上海浦东智能照明联合会　　发 布

# 目　　次

前言 ..... II
引言 ..... III
1　范围 ..... 1
2　规范性引用文件 ..... 1
3　术语和定义 ..... 1
4　缩略语 ..... 2
5　技术要求 ..... 2
5.1　工作条件 ..... 3
5.2　安全防护 ..... 3
5.3　电磁兼容性 ..... 3
5.4　可靠性 ..... 3
5.5　外观 ..... 3
5.6　环境适应性 ..... 3
5.7　功能 ..... 4
5.8　功耗 ..... 5
5.9　通信性能 ..... 5
5.10　附加要求 ..... 5
6　试验方法 ..... 5
6.1　试验条件 ..... 5
6.2　安全防护试验 ..... 5
6.3　电磁兼容性 ..... 8
6.4　可靠性试验 ..... 9
6.5　外观检查 ..... 10
6.6　环境适应性试验 ..... 11
6.7　功能检验 ..... 11
6.8　功耗 ..... 12
6.9　通信性能试验 ..... 12
6.10　附加要求试验 ..... 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。

本文件由上海浦东智能照明联合会提出并归口。

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。

本文件起草单位：浙江佳普科技有限公司、宁波小匠物联网科技有限公司、四川虹锐电工有限责任公司、上海唯宝电子有限公司、永林电子（上海）有限公司、博鼎实华（北京）技术有限公司、深圳迈睿智能科技有限公司、深圳觅感科技有限公司、中山市汇恒照明有限公司、即米科技（中山）有限公司、广州海盈电气技术有限公司、广州视声智能股份有限公司、江苏英索纳通信科技有限公司、广东艾迪明电子有限公司、中山市驱驰电子有限公司、广东奥莱敏控技术有限公司、非凡士智能科技（苏州）有限公司、北京智芯半导体科技有限公司。

本文件主要起草人：潘建亮、陈生果、潘建听、米雪龙、蔡志刚、李强、范程伟、凌珍妮、彭程、代照亮、徐敏馨、戴卫良、黄志远、何琼杨、姚动良、龙志强、廖文涛、安波、卫建强、贾存玉、周顺花、张德浩、陈金雷、洪艳君。

本文件首批承诺执行单位包括：浙江佳普科技有限公司、宁波小匠物联网科技有限公司、四川虹锐电工有限责任公司、上海唯宝电子有限公司、中山市汇恒照明有限公司、即米科技（中山）有限公司、广州海盈电气技术有限公司、中山市驱驰电子有限公司、广东奥莱敏控技术有限公司、非凡士智能科技（苏州）有限公司。

# 引　言

随着物联网和智能家居技术的快速发展，智能面板作为智能家居控制系统中的重要人机交互终端，集开关控制、场景联动、环境感知和信息显示等功能于一体，市场需求增长迅速。目前国内外尚无针对室内和类似用途智能面板的统一技术文件，产品质量水平参差不齐，制约了行业的规范化发展。

本文件在家用和类似用途固定式电气装置开关系列国家标准的基础上，结合智能面板的产品特点和技术发展趋势，规定了智能面板的功能、安全、电磁兼容、可靠性、环境适应性、功耗和通信性能等技术要求及相应的试验方法，旨在为智能面板的设计、生产、检验和验收提供统一的技术依据，提升产品质量水平，促进产业健康发展。

本文件所称智能面板，指以开关面板、温控面板及带显示、触摸、场景控制、环境感知等功能的人机交互面板为典型形态，安装于室内及类似场所墙面、安装盒等固定位置、以人工或自动方式实现负载通断控制与场景联动等功能的固定式智能电气装置类产品。

# 室内和类似用途智能面板技术要求

## 1 范围

本文件规定了室内和类似用途智能面板（以下简称“智能面板”）的技术要求、试验方法等内容。

本文件适用于额定电压为交流100 V～240 V、额定频率为50 Hz/60 Hz，安装并运行于智能家居、智能办公、智能酒店及其它室内及类似场所的智能面板产品。直流供电型、电池供电型智能面板，以及作为其它智能电气系统功能终端的智能面板，可参照本文件执行。

## 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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db 交变湿热（12h＋12h循环）

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ea和导则: 冲击

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc: 振动(正弦)

GB/T 4208 外壳防护等级

GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 16915.1—2024 家用和类似用途固定式电气装置的开关 第1部分：通用要求

GB/T 16915.2—2024 家用和类似用途固定式电气装置的开关 第2-1部分：电子控制装置的特殊要求

GB/T 16915.3—2019 家用和类似用途固定式电气装置的开关 第2-2部分：电磁遥控开关（RCS）的特殊要求

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 21711.1—2023 基础机电继电器 第1部分：总则与安全要求

GB/T 26572—2011 电子电气产品中限用物质的限量要求

GB/T 35136 智能家居自动控制设备通用技术要求

GB/T 39560（所有部分） 电子电气产品中某些物质的测定

GB/T 5169.11 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法(GWEPT)

JB/T 8593—2013 电器附件用面板、调整板和安装盒尺寸要求

IEC 61810-1:2015 基础机电继电器 第1部分：总则与安全要求（Electromechanical elementary relays—Part 1: General and safety requirements）

## 3 术语和定义

GB/T 16915.1、GB/T 16915.2、GB/T 16915.3、GB/T 35136界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**智能面板 smart panel**

由电子元器件、软件及人机交互界面（按键、触摸、显示、语音等）组成，安装于室内及类似场所的墙面、箱体等固定位置，具备联网通信功能，可通过本地或远程方式实现负载通断、场景联动、环境

感知、信息显示等一项或多项功能，并能与其它智能设备或控制系统互联互动的装置。注：本文件中的“智能面板”是安装形态与人机交互功能的统称，按功能差异可细分为开关面板、温控面板等。

3.2

**开关面板 switch panel**

用于接通或断开一个或多个电路中电流的装置。

[来源：GB/T 16915.1—2014，3.13.3]

3.3

**温控面板 temperature control panel**

集成了温度传感、控制算法、指令输入和信息显示功能，允许用户设置、监控和调节房间、设备、工艺过程等目标系统温度的装置。

3.4

**多联控制 mul ti l i nk control**

将智能面板网络内的两个或两个以上智能面板对同一负载，实现相互控制功能。

3.5

**场景控制 scene control**

通过智能面板网络内各类负载组合进行有效控制功能。

3.6

**上电场景 power up scene**

智能面板在通电后实现的负载状态集合。

3.7

**遥控场景 remote scene**

通过APP小程序、红外、射频、网关等设备实现的场景控制。

3.8

**按键场景 key scene**

通过智能面板按键实现的场景控制。

3.9

**I/O 场景 Input/output scene**

通过输入、输出触发实现的场景控制。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AC 交流（alternating current）
APP 应用程序（application）
DC 直流（direct current）
FELV 功能特低电压（functional extra-low voltage）
GWEPT 灼热丝可燃性试验方法（glow-wire flammability test procedure）
I/O 输入/输出（input/output）
LV 低电压（low voltage）
NSS 中性盐雾（neutral salt spray）
PE 保护接地（protective earth）
PELV 保护特低电压（protective extra-low voltage）
PIR 被动红外（passive infrared）
PLC 电力线通信（power line communication）
RCS 电磁遥控开关（radio controlled switch）
RF 射频（radio frequency）
SELV 安全特低电压（safety extra-low voltage）
TLS 传输层安全协议（transport layer security）

## 5 技术要求

## 5.1 工作条件

工作条件宜符合：

a) 工作温度：-20 ℃～+55 ℃；
b) 工作湿度：10%～95%；
c) 工作电压/频率：额定电压±10%，50/60 Hz。

## 5.2 安全防护

5.2.1 智能面板的外壳防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP30。
5.2.2 防触电保护应符合 GB/T 16915.1—2024 中第 10 章及 GB/T 16915.2—2024 中第 10 章的规定。
5.2.3 耐老化、防潮应符合 GB/T 16915.1—2024 中第 15 章的规定。
5.2.4 绝缘电阻和电气强度应符合 GB/T 16915.1—2024 及 GB/T 16915.2—2024 中第 16 章的规定。
5.2.5 爬电距离与电气间隙应符合 GB/T 16915.1—2024 中第 23 章及 GB/T 16915.2—2024 中第 23 章的规定。
5.2.6 绝缘材料耐非正常热应符合 GB/T 16915.2—2024 中第 24 章的规定。
5.2.7 耐热应符合 GB/T 16915.1—2024 中第 21 章的规定。
5.2.8 温升应符合 GB/T 16915.1—2024 中第 17 章的规定。
5.2.9 弱电接口（网口/RS-485 口等）应具备防反接、过压（≥12 V）保护功能，试验后接口无物理损坏，设备通信及各项功能可正常工作。

## 5.3 电磁兼容性

5.3.1 静电放电，依据 GB/T 17626.2 试验程序规定，产品应能通过接触放电 6 kV、空气放电 8 kV。
5.3.2 浪涌，依据 GB/T 17626.5 试验程序规定，产品应能通过表 8 试验等级 4 级的要求。
5.3.3 快速瞬变脉冲群，依据 GB/T 17626.4 试验程序规定，产品应能通过表 9 的要求。
5.3.4 所有电磁兼容试验完成后，设备应无死机、重启、参数丢失、功能失灵等现象，通信无中断，各项功能可正常执行。

## 5.4 可靠性

5.4.1 通断能力应符合 GB/T 16915.1—2024 中第 18 章及 GB/T 16915.2—2024 中第 18 章的规定。
5.4.2 电耐久性应符合 GB/T 21711.1—2023 中第 11 章的规定。
5.4.3 高温工作性能，依据 GB/T 2423.2 试验程序规定，智能面板在 55 ℃±2 ℃的温度下应能正常工作。
5.4.4 低温工作性能，依据 GB/T 2423.1 试验程序规定，智能面板在-20 ℃±2 ℃的温度下应能正常工作；具备网络通信功能的智能面板，其在-20 ℃±2 ℃环境下经低温暴露后的通信功能（含通信成功率、通信延时）应满足 5.9.2、5.9.3 的要求。
5.4.5 机械强度应符合 GB/T 16915.1—2024 中第 20 章的规定。
5.4.6 接线端子螺丝拧紧力矩应符合 GB/T 16915.1—2024 中第 12 章表 6 的规定。

## 5.5 外观

智能面板的面板及安装盒尺寸应符合JB/T 8593—2013的规定。

## 5.6 环境适应性

5.6.1 经耐腐蚀性能试验后，样品表面外观不应低于 GB/T 6461 中规定的 9 级。
5.6.2 交变湿热应符合 GB/T 2423.4 的规定。
5.6.3 耐振动性能：符合 GB/T 2423.10 正弦振动试验规定，频率 10 Hz～55 Hz，振幅 0.35 mm，XYZ 三轴各振动 2 h，试验后设备无机械松动、外壳破损，各项功能正常。
5.6.4 耐冲击性能：符合 GB/T 2423.5 冲击试验规定，峰值加速度 50 g，脉冲持续时间 11 ms，XYZ 三轴各冲击 3 次，试验后设备无零部件脱落、结构变形，各项功能正常。

## 5.7 功能

功能配置及其要求应符合表1的要求。

**表1 智能面板的功能配置及其要求**

| 序号 | 功能配置 | | | 要求 |
|---|---|---|---|---|
| | 功能名称 | 必选 | 备选 | |
| 1 | 通断功能 | √ | / | 上电场景及按键场景应能控制电路通断，通断响应时间≤200 ms，无卡顿、失灵现象，通断成功率大于95% |
| 2 | 断电恢复 | √ | / | 断电重新通电后，能恢复断电前状态，恢复响应时间≤500 ms，恢复成功率100% |
| 3 | 红外控制 | / | √ | 温控面板应能接收红外遥控器指令，控制各自相应负载，红外接收距离≥8 m，角度±30°，指令响应≤300 ms |
| 4 | 灯光指示 | √ | / | 应具有状态指示功能，显示产品当前功能状态，包括产品未入网、产品已入网且灯开、过温过载指示、产品恢复出厂设置成功等状态，指示灯亮度清晰，无频闪，不同状态指示区分度≥90% |
| 5 | 远程通信 | √ | / | 无线开关应能支持通过RF进行远程通信，RF形式可包含zigbee、sub-1、Wifi、蓝牙等。有线开关应能通过有线方式进行远程通信，通信接口宜包括远程通信但不限于以太网接口(RJ45)、RS-485、电力载波通信(PLC)等，无线通信模块工作频段符合国家无线电管理规定，Zigbee为2.4GHz、WiFi可选2.4G/5G双频 |
| 6 | 出厂恢复 | √ | / | 应具备出厂恢复功能，能够通过按键操作恢复出厂设置，恢复过程≤10 s，恢复后参数清零，功能恢复初始状态 |
| 7 | APP控制 | √ | / | 遥控场景应支持通过配套移动端APP和服务中心主站对产品进行控制，APP指令响应≤500 ms，无延迟、丢包现象 |
| 8 | 智能联动 | / | √ | 多联控制应支持将智能面板添加到服务中心主站中，并与门磁、被动式红外探测PIR、指纹锁等进行联动，联动响应时间≤300 ms，支持最大联动设备数≥10 个，联动场景最大保存数≥50 个；断网后本地缓存场景可正常执行。<br>**注**:支持与智能面板联动的产品清单及联动方式以说明书或官方公告为准。 |
| 9 | 接近感应 | √ | / | 应支持感知人体接近，感应距离5 cm～30 cm可调，应支持感知环境亮度，环境亮度感知阈值20 lx～500 lx可调，误触发率≤0.1%，感应响应时间≤1 s |
| 10 | 定时开关 | √ | / | 应支持通过APP设置定时开关时间，产品在预设时间自动进入通或断状态，定时精度±1 min，支持每日/每周/单次循环定时，定时任务最大保存数≥20个，定时执行成功率100% |
| 11 | 名称自定义 | / | √ | I/O场景应支持通过 APP 设置自定义产品名称，支持中英文自定义，名称字符数≤20个，设置后即时生效 |
| 12 | 状态查询 | √ | / | 应支持通过 APP 客户端和中控查询产品状态，状态至少应包括是否打开、关闭、在线、异常等，状态更新延迟≤1 s，状态显示准确率100% |
| 13 | 异常上报 | √ | / | 产品在过温或过载等状态时应自动进行异常上报，本地红色指示灯提示，并在APP端有相应提示，过温触发阈值≥65 ℃、过载触发阈值≥额定电流1.5倍；异常上报频率≤3 s/次，异常解除后5 s内自动恢复并上报正常状态 |
| 14 | 离线提示 | √ | / | 产品在无法成功连接中控设备时应在本地指示灯进行提示，并在APP端有相应提示，离线检测响应≤10 s，重连成功后提示自动消除 |

### 5.8 功耗

5.8.1 产品在所有控制的负载设备开启时，最大功耗不应大于 2 W。
5.8.2 产品在所有控制的负载设备关闭时，最大空载功耗不应大于 0.5 W（可根据企业产品实际调整为 0.3 W，若带有屏幕显示产品可放宽至 1 W）。

### 5.9 通信性能

5.9.1 通信距离：开放环境下，Zigbee/蓝牙≥80 m、WiFi≥50 m、RS-485 有线通信≥1000 m；穿墙（2 堵普通混凝土墙体）通信距离≥20 m。
5.9.2 通信成功率：单次指令通信成功率≥99.9%，连续 1000 次指令通信无连续失败情况。
5.9.3 通信延时：本地指令响应≤200 ms，远程 APP 指令响应≤500 ms。
5.9.4 组网能力：Zigbee 协议支持最大组网节点数≥50 个，多设备同时通信无卡顿、丢包、掉线现象。
5.9.5 抗干扰能力：在 2.4 GHz 频段多设备干扰环境下（干扰源功率 50 mW），通信性能无明显衰减，成功率仍≥98%。

### 5.10 附加要求

5.10.1 环保要求：产品中铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚等限用物质的含量应符合 GB/T 26572—2011 的规定，需提供第三方权威检测报告。
5.10.2 能效要求：智能面板能效等级划分为 2 级，1 级（优）：空载功耗≤0.3 W；2 级（合格）：空载功耗≤0.5 W，产品应至少达到 2 级及以上要求。
5.10.3 数据安全要求：

a) 远程通信过程中，用户数据、控制指令采用 TLS1.2 及以上加密方式传输，无明文传输现象；
b) 用户数据存储符合国家隐私保护相关要求，无授权情况下不得泄露、篡改、倒卖；
c) 配套 APP 端支持用户数据手动删除、账号注销操作，操作后相关数据无残留，且不影响设备正常使用。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

除有特殊规定外，本文件规定的试验应在下述条件下进行：

a) 温度:15 ℃～35 ℃；
b) 相对湿度:45%～75%；
c) 大气压力:86 kPa～106 kPa；
d) 光照度:100 lx～250 lx；
e) 试验电源:额定电压±1%，额定频率±1 Hz。

### 6.2 安全防护试验

#### 6.2.1 外壳防护等级

按GB/T 4208进行试验。
智能面板的外壳防护等级不应低于IP30。

#### 6.2.2 防触电保护

按GB/T 16915.1—2024中10.1～10.7、GB/T 16915.2—2024中10.1～10.2、10.101～10.104的规定进行试验。

#### 6.2.3 耐老化、防潮

按GB/T 16915.2—2024中15.1、15.3进行试验，试验条件及合格判定见表2。

表2　耐老化、防潮试验条件及符合判定标准

| 耐老化试验 | |
|---|---|
| 试验条件 | 符合结果 |
| 开关和开关盒放在温度为70 ℃的加热箱中7天 (168h) | 不应有可见裂痕 材料不应发粘、变腻 不应留有布痕（用5 N的力压） 不应有不符合本文件要求的损坏 |
| 防潮试验 | |
| 试验条件 | 符合结果 |
| 潮湿处理在潮湿箱里进行，<br>箱内空气温度在 40 ℃± 2 ℃，空气相对湿度应维持在91%～95%之间将试样放进潮湿箱里：<br>普通开关：2 d(48 h)<br>非普通开关：7 d(168 h) | 本项处理后，开关功能正常，不应损坏，<br>立即进行绝缘电阻和电气强度试验可通过 |

### 6.2.4　绝缘电阻和电气强度

按 GB/T 16915.2—2024 中第 16 章的规定进行试验，测得的绝缘电阻最小值应符合表 3 规定，试验期间不应出现闪络或击穿现象。

表3　验证电气强度用的试验电压、试验电压施加点和绝缘电阻最小值

| 待试绝缘部位 | 绝缘电阻最小值/MΩ | 试验电压V | |
|---|---|---|---|
| | | 额定电压不超过130V的开关 | 额定电压超过130V的开关 |
| 连接在一起的所有极与本体之间，开关要处于“通”位置。 | 5 | 1250 | 2000 |
| 依次在每个极与连接到本体的所有其他极之间，开关要处于“通”位置。 | 2 | 1250 | 2000 |
| 电气上连接在一起的端子之间，开关处于“断”位置：<br>a) 正常/小间隙结构；<br>b) 微间隙结构；<br>c) 半导体开关装置。 | 2<br>2<br>2 | 1250<br>500<br>500 | 2000<br>1250<br>1250 |
| 与危险带电部件绝缘时，开关机构的金属部件与下列部位之间：<br>a) 危险带电部件；<br>b) 与旋钮或类似的起动元件的表面接触的金属箔；<br>c) 要求绝缘的钥匙操作开关的钥匙；<br>d) 要求绝缘的用以操作开关的拉线、链条或杆等的固定点；<br>e) 要求绝缘的底座的易触及金属部件，包括固定螺钉。 | 5 | 1250 | 2000 |
| 如有绝缘衬垫，任何金属外壳与绝缘衬垫内表面接触的金属箔之间。 | 5 | 2000 | 3000 |
| 如果开关机构的金属带电部件不与危险带电部件绝缘，危险带电部件与易触及金属部件之间。 | — | 2000 | 3000 |
| 危险带电部件与开关机构的部件之间，如果：<br>a) 开关机构的部件不与易触及金属部件绝缘；<br>b) 开关机构的部件不与可取下的钥匙或操作用的拉线、链条或杆等的接触点绝缘。 | —<br>— | 2000 | 3000 |
| 危险带电部件与金属旋钮、按钮和类似零部件之间。 | — | 2500 | 4000 |
| LV(电源线)电路和FELV电路之间。 | 5 | 1500 | 1500 |

表3　验证电气强度用的试验电压、试验电压施加点和绝缘电阻最小值（续）

| 待试绝缘部位 | 绝缘电阻最小值MΩ | 试验电压V | |
|---|---|---|---|
| | | 额定电压不超过130V的开关 | 额定电压超过130V的开关 |
| SELV/PELV电路和其他电压高于SELV/PELV的电路之间。 | 7 | 3000 | 3750 |
| 低于25V AC或60V DC的SELV或PELV电路与高于25V AC或60V DC的SELV或PELV电路之间。 | 5 | 500 | 500 |
| 高于25V AC或60V DC的SELV或PELV电路与可触及表面之间。 | 5 | 500 | 500 |
| SELV电路与PELV电路之间或由不同电源供电的不同SELV电路之间或PELV电路之间。 | 5 | 500 | 500 |
| 在开关电路和控制电路之间如果它们是电气隔离的。 | 5 | 2000 | 3000 |

### 6.2.5　绝缘材料耐非正常热

按 GB/T 5169.11 的规定进行试验，标准要求见表 4。

表4　灼热丝试验标准条件

| 绝缘材料部件 | 试验温度 |
|---|---|
| 将载流部件和接地电路部件保持在正常位置所必需的绝缘材料部件 | 850℃ |
| 将接地端子保持在安装盒里正常位置所必需的绝缘材料部件 | 650℃ |
| 虽然与载流部件和接地电路部件接触,但不是将它们保持在正常位置所必需的绝缘材料部件 | 650℃ |

### 6.2.6　耐热

按 GB/T 16915.1—2024 中第 21 章的规定进行试验，标准要求见表 5。

表5　耐热试验条件及判定标准

| 耐热试验 | | |
|---|---|---|
| 试验部件 | 试验条件 | 符合结果 |
| 产品整机 | 放进温度为100 ℃的加热箱里1h | 试验期间，不出现会影响继续使用的变化，且若有密封胶带，不应流失胶带使带电部件外露；试验后，不应触及带电部件，且标志应清晰明了 |
| 将载流部件和接地电路部件保持在位必需的绝缘部件 | 温度为125 ℃直径5 mm钢球施加20 N力压在绝缘部件表面1h后浸水冷却到室温 | 绝缘部件表面钢球压痕 φ ≤2 mm |
| 不将载流部件和接地电路部件保持在位的绝缘部件 | 温度为70℃直径5mm钢球施加20N力压在绝缘部件表面1h后浸水冷却到室温 | 绝缘部件表面钢球压痕 φ ≤2 mm |

### 6.2.7　温升

按GB/T 16915.1—2024中第17章的规定进行试验，标准要求见表6。表6中“允许温升”为被测部件外表面温度与环境温度之差，属温度差量，其单位采用开尔文（K），与所引用的GB/T 16915系列标准一致；本文件中环境温度、工作温度等绝对温度量统一采用摄氏度（℃）。

表6　开关外表面温升标准

| 适用部件 | 允许温升 |
|---|---|
| 非金属材料旋钮、手柄、敏感表面等 | ≤11 K |
| 非金属材料的其他外部部件 | ≤15 K |
| 金属材料的旋钮、手柄、敏感表面等 | ≤11 K |
| 金属材料的其他外部部件 | ≤15 K |
| 安装时会与电缆的绝缘接触的端子和部件 | ≤20 K |

### 6.2.8　安全防护试验

弱电接口防反接/过压保护试验：对网口/RS-485口等弱电接口进行反接电源（额定电压1.5倍）、过压（12 V）测试，持续通电30 min，试验后检查接口无烧蚀、变形、开裂等物理损坏，接通正常电源后，设备通信功能及各项基础功能可正常工作，判定为合格。

## 6.3　电磁兼容性

### 6.3.1　静电放电

按GB/T 17626.2中第8章的规定进行试验。试验等级见表7，接触放电3级，空气放电3级。

表7　静电放电试验等级及标准

| 接触放电 | | 空气放电 | |
|---|---|---|---|
| 等级 | 试验电压/kV | 等级 | 试验电压/kV |
| 1 | 2 | 1 | 2 |
| 2 | 4 | 2 | 4 |
| 3 | 6 | 3 | 8 |
| 4 | 8 | 4 | 15 |
| X | 特殊 | X | 特殊 |

### 6.3.2　浪涌

按GB/T 17626.5的规定进行试验，根据安装情况选择表8试验等级4级。

表8　试验等级

| 试验等级 | 开路试验电压kV | | 符合结果 |
|---|---|---|---|
| | 线—线 | 线—地 | |
| 1 | NA | 0.5 | 结果需符合GB/T 16915.2—2024中26.1.2的要求 |
| 2 | 0.5 | 1 | |
| 3 | 1 | 2 | |
| 4 | 2 | 4 | |

### 6.3.3　快速瞬变脉冲群

按 GB/T 17626.4 的规定进行试验，试验等级见表 9。

**表9　试验等级**

| 开路输出试验电压和脉冲的重复频率 | | | | 符合结果 |
|---|---|---|---|---|
| 电源端口和接地端口（PE） | | 信号端口和控制端口 | | 结果需符合GB/T 16915.2—2024中26.1.3的要求 |
| 电压峰值 kV | 重复频率 kHz | 电压峰值 kV | 重复频率 kHz | |
| 4 | 5/100 | 2 | 5/100 | |

## 6.4　可靠性试验

### 6.4.1　通断能力

按GB/T 16915.1—2024中18.1、18.2规定进行试验，试验标准及条件见表10。

**表10　通断试验标准条件**

| 试验状态 | 试验条件 | 符合结果 |
|---|---|---|
| 接入相应感性负载 | 试验电流(额定 1.25 倍)（A)<br>试验电压（额定 1.1 倍）(V)<br>开关次数10000 次，频率30 次/分钟 | 试验期间，不应出现持续电弧<br>试验后试样不应有任何影响其继续使用的损坏，开关接触电阻变化≤20 mΩ，触点无烧蚀、变形、氧化现象，外壳及零部件无松动。 |

### 6.4.2　电耐久性

按GB/T 21711.1—2023、IEC 61810-1:2015中第11章的规定进行试验。试验条件依据产品使用的继电器参数设定，见表11。

**表11　电耐久性试验条件设定**

| 继电器型号 | 试验条件 | 符合结果 |
|---|---|---|
| 例如：HRS3FNH-S-DC V-A | 26 ℃±2 ℃负载10 A开关10 万次，频率30 次/分钟 | 试验后,继电器接触电阻≤50 mΩ，无卡滞、失灵现象，介质耐压值应不小于初始值的75% |
| | 40 ℃±2 ℃TV-5开关2.5万次，频率6次/分钟 | |

### 6.4.3　高温工作性能

将智能面板置于55 ℃的恒温箱中保温1 h后，在55 ℃的高温条件下，在正常工作状态下操作面板10次，面板应能正常工作。

### 6.4.4　低温工作性能

将智能面板置于-20 ℃的恒温箱中保温1 h后，在-20 ℃的低温条件下进行以下试验：

a) 机械操作检查：在正常工作状态下操作面板10次，面板应能正常工作；

b) 低温通信试验（适用于具备网络通信功能的智能面板）：在-20 ℃±2 ℃低温保持期间，通过有线方式或预留保温窗口维持无线信号接入，经主站/配套APP连续发送通断或场景控制指令不少于100次，指令通信成功率应满足5.9.2的要求、通信延时满足5.9.3的要求，且无死机、重启、参数丢失、通信中断现象，判定为合格。

### 6.4.5　机械强度

按GB/T 16915.1—2024中第20章的规定进行检测。

### 6.4.6 接线端子拧紧力矩

按GB/T 16915.1—2024中第12章的规定进行检测，标准要求见表12。

**表12 验证螺纹型端子机械强度用的拧紧力矩**

| 螺纹标称直径 φmm | 力矩 Nm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| φ≤2.8 | 0.2 | — | 0.4 | — | 0.4 | — |
| 2.8＜φ≤3.0 | 0.25 | — | 0.5 | — | 0.5 | — |
| 3.0＜φ≤3.2 | 0.3 | — | 0.6 | — | 0.6 | — |
| 3.2＜φ≤3.6 | 0.4 | — | 0.8 | — | 0.8 | — |
| 3.6＜φ≤4.1 | 0.7 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | — |
| 4.1＜φ≤4.7 | 0.8 | 1.2 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | — |
| 4.7＜φ≤5.3 | 0.8 | 1.4 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | — |
| 5.3＜φ≤6.0 | — | 1.8 | 2.5 | 3.0 | 2.5 | — |
| 6.0＜φ | — | — | — | | — | 0.8 |

第1栏适用于旋紧后不会冒出螺孔的无头螺钉，以及不能用刀口宽于螺钉直径的螺钉旋具旋紧的其他螺钉。
第2栏适用于用螺钉旋具来旋紧的罩式端子的螺母。
第3栏适用于用螺钉旋具来旋紧的其他螺钉。
第4栏适用于不是用螺钉旋具来旋紧的罩式端子的螺母。
第5栏适用于不是用螺钉旋具来旋紧的除罩式端子的螺母之外的其他螺钉或螺母。
第6栏适用于中心孔定位的开关上的螺母。
“—”代表不适用

### 6.4.7 固定底盒与面板螺丝力矩

开关面板的安装扭矩要求小于0.8 Nm，模拟上墙安装最大安装力矩0.8 Nm条件下固定面板到底盒后，面板及螺丝不应有损坏、开裂。

### 6.5 外观检查

6.5.1 对于产品表面印刷的说明性文字、符号和标志等，通过检查和擦拭标识进行检验，方法为:用一块浸水的棉布在标识位置来回擦拭 15 s(1 次/s)，标记应清晰可辨，标签不可以轻易揭掉，而且不得出现卷边。用一块浸有溶剂(93#汽油)的棉布在标识位置来回擦拭 15 s(1 次/s)，标记应清晰可辨，标签不可以轻易揭掉，而且不得出现卷边。

6.5.2 其它外观项目通过目视、手感、实际操作进行检查。

### 6.5.3 面板及安装盒

用误差不大于0.05 mm的量具进行测量。

6.5.4 产品表面外观瑕疵量化限值：

a) 划痕：长度≤0.5 cm，深度不外露基材，单块面板划痕数量≤1 条；
b) 气泡/杂点：直径≤0.3 mm，单块面板气泡/杂点数量≤1 个；
c) 掉漆/露底：无明显露底现象，单块面板掉漆面积≤0.1 $cm^2$；
d) 边缘毛刺：手感无扎手，毛刺高度≤0.1 mm，无锋利边角；

e） 印刷标识：无模糊、重影、脱落，字符间距均匀，辨识度 100%。

### 6.6 环境适应性试验

#### 6.6.1 耐腐蚀性

产品载流金属部件试验按GB/T 10125进行24 h中性盐雾试验（NSS），试验后按GB/T 6461评价试样表面外观等级。

#### 6.6.2 交变湿热

按GB/T 2423.4中7.3方法1的规定进行试验。

严酷程度高温40 ℃循环2次。

#### 6.6.3 耐振动性能试验

按GB/T 2423.10规定进行正弦振动试验，频率10 Hz—55 Hz，振幅0.35 mm，分别在XYZ三轴各振动2 h，试验后检查设备无机械松动、外壳破损、零部件脱落，通电后各项功能正常，判定为合格。

#### 6.6.4 耐冲击性能试验

按GB/T 2423.5规定进行冲击试验，峰值加速度50 g，脉冲持续时间11 ms，分别在XYZ三轴各冲击3次，试验后检查设备无结构变形、零部件脱落，通电后各项功能正常，判定为合格。

### 6.7 功能检验

智能面板功能的检验方法按照表13进行。

**表13 智能面板功能的检验方法**

| 序号 | 功能名称 | 检验方法 |
|---|---|---|
| 1 | 通断功能 | 将每路开关接入一台小功率LED灯，通过按键操作开关通断50次，用秒表测量通断响应时间，应符合表1要求，期间LED灯无微亮及闪烁现象，判定为合格。 |
| 2 | 断电恢复 | 使智能面板突然断电，（断电时间≥5 s）再接通电源，记录恢复响应时间应符合表1要求，且每次均能恢复断电前状态，判定为合格。 |
| 3 | 红外控制 | 在8 m距离、±30° 角度范围内，分别发送通/断指令各20次，指令响应无延迟、失灵，判定为合格。 |
| 4 | 灯光指示 | 智能面板通电后，分别模拟未添加服务中心主站、添加成功、开关断开、开关闭合、过温过载等各种状态，目视检查指示灯显示情况：亮度清晰、无频闪，不同状态指示区分明显，判定为合格。 |
| 5 | 远程通信 | 将智能面板与服务中心主站在距离80 m(开放环境)处使用RF(如zigbee等)进行连接，控制开、关不少于100 次，智能面板使用正常。手机APP远程控制，控制开、关不小于 100 次，智能面板使用正常；增加穿墙测试（2堵普通混凝土墙），各控制开/关不少于50次，设备使用正常，判定为合格。 |
| 6 | 出厂恢复 | 长按按键，确认是否恢复出厂设置，连续测试5次出厂恢复功能，恢复过程≤10 s，恢复后参数清零、功能初始，判定为合格。（注：具体操作或以对应产品说明书为准） |
| 7 | APP控制 | 开关添加至服务中心主站，安装配套移动端APP，添加服务中心主站至APP，进行开关自定义名称、指示灯开关、定时开关、亮度开关、场景定义等设置，查看操作是否正确生效，连续进行各项APP操作各10次，指令响应无延迟、丢包，操作均能正确生效，判定为合格。 |

表13　智能面板功能的检验方法（续）

| 序号 | 功能名称 | 检验方法 |
|---|---|---|
| 8 | 智能联动 | 安装配套移动端APP，添加自定义联动场景，验证是否按照预期动作，并对说明书中规定的设备进行联动验证，搭建10个联动设备的自定义场景，连续触发联动50次，记录响应时间及执行成功率；断网后触发本地缓存场景，执行正常，判定为合格。 |
| 9 | 接近感应 | 人体接近会有感应反馈，在20 lx/200 lx/500 lx光照环境下，分别在5 cm/15 cm/30 cm感应距离测试，各触发20次，记录响应时间及误触发率，符合表1要求，判定为合格（注：具体操作或以对应产品说明书为准） |
| 10 | 定时开关 | 通过APP设置开关的接通状态及持续时间。检查开关是否根据设置自动通断，设置不同类型（每日/每周/单次）定时任务各5个，检查定时执行时间及状态，精度±1min，执行成功率100%，判定为合格。 |
| 11 | 名称自定义 | 通过APP自定义I/O 场景，检查是否符合自定义的名称，分别设置中英文名称各5次，字符数涵盖1-20个，设置后即时生效、显示正确，判定为合格。 |
| 12 | 状态查询 | 通过APP查看每一路智能面板是否在线，及当前智能面板通断状态，过载保护等设置各状态，确认每种状态是否都能正确显示，模拟设备各工作状态，通过APP/中控查询，状态更新延迟≤1 s，显示准确率100%，判定为合格。 |
| 13 | 异常上报 | 采用温控/电流调节装置，模拟过温65 ℃、过载1.5倍额定电流，各测试10次，记录本地指示灯及APP上报时间，符合表1要求，异常解除后正常恢复，判定为合格。 |
| 14 | 离线提示 | 手动断开设备与主站连接，测试10次，离线检测响应≤10 s，本地+APP提示正常，重连后提示自动消除，判定为合格。 |

## 6.8　功耗

6.8.1　最大负载功耗测试：在室温环境下，使用电子负载仪模拟设备最大功率工作，测试智能面板输入输出端的电压 2 min 内的平均值，同时测量环路电流 2 min 内的平均值，计算功耗。

6.8.2　空载功耗测试方法：产品所有控制的负载设备关闭，处于空载状态，在室温环境下，使用精度≥±0.5%的功耗测试仪，连续测试 5 min，记录测试期间的平均功耗，测试结果符合 5.8.2 空载功耗限值要求，判定为合格。

## 6.9　通信性能试验

6.9.1　通信距离测试：

a)　开放环境：在无遮挡开放环境下，分别测试各协议通信最远距离，发送通/断指令各 50 次，指令正常响应、无丢包，符合 5.9.1 要求即合格；

b)　穿墙环境：2 堵普通混凝土墙遮挡下，按上述方法测试，符合穿墙距离要求即合格。

6.9.2　通信成功率测试：通过主站/APP 连续发送通/断指令 1000 次，统计成功执行次数，计算成功率，符合 5.9.2 要求即合格。

6.9.3　通信延时测试：使用精度≥±0.1 ms 的示波器，记录指令发出至设备动作的时间差，各协议测试 10 次取平均值，符合 5.9.3 要求即合格。

6.9.4　组网能力测试：搭建 Zigbee 协议 50 个节点组网，连续通信 1 h 并发送控制指令，设备无卡顿、丢包、掉线，功能正常即合格。

6.9.5　抗干扰能力测试：在 2.4 GHz 频段 50 mW 干扰源旁，设备连续发送指令 100 次，统计通信成功率，符合 5.9.5 要求即合格。

## 6.10　附加要求试验

6.10.1　环保要求试验：按 GB/T 39560（所有部分）规定的方法进行检测，结果应符合 5.10.1 的要求。

6.10.2　能效要求试验：按 6.8 规定的试验方法测量产品功耗，结果应符合 5.10.2 的要求。

6.10.3　数据安全要求试验：通过实际操作配套 APP 进行验证，结果应符合 5.10.3 的要求。

# 参 考 文 献

[1] GB/T 28219.1—2025 智能家用电器的智能化技术要求和评价 第1部分：通用要求
[2] GB/T 34043—2017 物联网智能家居 图形符号
[3] GB/T 35134—2017 物联网智能家居 设备描述方法
[4] GB/T 35143—2017 物联网智能家居 数据和设备编码
[5] GB/T 35273—2020 信息安全技术 个人信息安全规范
[6] GB/T 38319—2019 建筑及居住区数字化技术应用 智能硬件技术要求
[7] GB/T 39189—2020 物联网智能家居 用户界面描述方法
[8] GB/T 39190—2020 物联网智能家居 设计内容及要求
[9] GB/T 41387—2022 信息安全技术 智能家居通用安全规范
[10] GB/T 41789—2022 智能家用电器的通用安全技术要求
[11] GB/T 43342—2023 带有远程操作功能的家用和类似用途电器自动控制器的安全要求
[12] GB/T 45354.1—2025 智能家用电器的语音交互技术 第1部分：通用要求
[13] GB/T 46500.1—2025 家用电器的人机交互 第1部分：通用要求
[14] YD/T 4439.2—2023 智能空间智能化等级评估规范 第2部分：家居空间
[15] YD/T 4657—2024 移动互联网+智能家居系统 跨平台接入认证技术要求
[16] DB11/T 1978—2022 智慧小区建设技术规程
[17] DB44/T 1446—2014 智能家居系统设计导则
[18] DB44/T 1890—2016 室内LED灯智能控制系统通用技术规范
[19] DB44/T 2671—2025 数字家庭建设评价标准
[20] T/CCSA 328—2021 T/CHEAA 0019—2021 智能家居系统 跨平台接入与身份验证技术要求
[21] T/CAS 384—2019 智能插座及类似功能产品智能水平评价技术规范
[22] T/CAS 385—2019 智能开关及类似功能产品智能水平评价技术规范
[23] T/CAS 392—2020 智能家居设备无线连接水平评价技术规范
[24] T/SILA 001—2022 电力线载波通信(PLC)全屋互联规范
[25] T/SILA 003—2021 蓝牙Mesh智能家居照明互联规范
[26] T/SILA 006—2022 面板本地语音控制规范
[27] T/SILA 008—2023 全屋无主灯智能化规范
[28] T/SILA 012—2023 家居照明光健康规范
[29] T/SILA 023—2025 智能家居照明应用及跨生态互操作技术要求
[30] 中华人民共和国数据安全法 2021年6月10日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，2021年9月1日起施行
[31] 中华人民共和国个人信息保护法 2021年8月20日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过，2021年11月1日起施行
[32] 住房和城乡建设部等16部门 关于加快发展数字家庭 提高居住品质的指导意见：建标〔2021〕28号
[33] 住房和城乡建设部办公厅、工业和信息化部办公厅 关于开展数字家庭建设试点工作的通知：建办标函〔2022〕296号
[34] 国务院 关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知：国发〔2021〕29号
[35] 李齐新. 智能开关插座的发展探讨[J]. 中国照明电器, 2023(7): 42-44.
[36] 宁芳, 金旦亮. 基于UCD的智能家居控制系统界面交互设计[J]. 包装工程, 2016, 37(2): 94-98.
[37] 于玲, 孙芮, 李红伟, 等. 智能开关插座评价方法的研究[J]. 家电科技, 2020(2): 31.