#### **（一）测试目的**

⮚验证系统核心功能（设备管理、场景控制、跨平台接入）符合《智能家居系统需求规格说明书》。

⮚评估设备接入成功率、响应延迟、数据安全性等技术指标是否满足 YD/T 4657-2024标准。

⮚发现多协议兼容性 (Wi-Fi/ZigBee/BLE) 及极端场景弱信号、高并发下的潜在问题。

#### **（二）测试环境**

**2.1 硬件环境**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **设备类型** | **型号 / 配置** | **数量** | **备注** |
| **智能控制中心** | 华为全屋智能主机SE | 1 | 四核Cortex-A73，2GB RAM |
| **多功能网关** | 绿米AqaraM2（ZigBee3.0+BLE5.0） | 1 | 支持 80 + 设备并发接入 |
| **传感器/执行器** | 温湿度传感器（Aqara）、智能插座（小米）、电动窗帘（杜亚） | 2 | 覆盖客厅、卧室场景 |
| **测试终端** | iPhone 15（iOS 17.0）、华为 Mate 60（HarmonyOS 4.1）、小米 14（Android 14） | 3 | 主流操作系统终端 |
| **网络设备** | TP-Link Wi-Fi 6 路由器（XDR5480） | 1 | 双频千兆，覆盖 200㎡ |

* 1. **软件环境**

⮚智能控制中心系统：OpenHarmony

⮚测试工具：JMeter（性能测试）、Wireshark（网络抓包）、Postman（API 测试）

⮚被测 APP：SmartHome 3.2.1（支持 iOS/Android/HarmonyOS）

* 1. **网络环境**

⮚Wi-Fi：2.4G（信道 6）/5G（信道 153），信号强度≥-65dBm（测试区域）

⮚协议支持：ZigBee 3.0（2.4GHz）、BLE 5.0（2.4GHz）、Matter 1.2

#### **（三）测试范围与方法**

**3. 测试范围与方法**

* 1. **测试范围**

⮚**功能**：设备添加 / 删除、场景模式（回家 / 睡眠模式）、跨品牌设备联动（小米插座 + Aqara 传感器）。

⮚**性能**：72 小时连续运行稳定性、跨平台操作延迟。

⮚**兼容性**：iOS/Android/HarmonyOS 终端控制一致性，ZigBee/BLE 设备跨网关接入。

⮚**安全**：数据加密强度（AES-256）、双向认证流程（设备 - 平台互验）。

* 1. **测试方法**

⮚**性能测试**：JMeter 模拟 200 台设备并发接入，记录成功率、响应时间；72 小时压力测试监控 CPU / 内存占用。

⮚**兼容性测试**：交叉测试 3 大品牌共 15 款设备接入，验证协议转换成功率。

⮚**安全测试**：Wireshark 抓包分析数据加密字段，使用 OWASP ZAP 扫描认证接口漏洞。

#### **（四）测试内容与结果**

**4.1 抽样功能测试**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **测试项** | **测试步骤** | **预期结果** | **实际结果** | **是否通过** |
| **设备添加（ZigBee）** | 打开 APP→扫码添加 Aqara 温湿度传感器 | 40 秒内完成发现 - 认证 - 配置 | 32 秒完成，设备状态实时同步 | **通过** |
| **场景自动化（睡眠模式）** | 23:00 手动触发睡眠模式→检查设备状态 | 灯光关闭、窗帘闭合、空调调至 26℃ | 灯光 1 秒关闭，窗帘 5 秒闭合，空调 3 秒启动 | **通过** |
| **跨品牌联动** | 小米智能插座电量 > 80% 时→触发 Aqara 警报器 | 警报器 10 秒内响应 | 实际响应时间 8 秒，联动逻辑正确 | **通过** |
| **多终端控制冲突** | 同时通过 iOS 和 HarmonyOS 设备调节窗帘开度 | 以最后一次操作指令为准，状态一致 | 两端同步显示最新开度，无冲突 | **通过** |

**4.2 性能测试**

**并发接入**：

⮚模拟 100 台设备（ZigBee:BLE:Wi-Fi=5:3:2）同时接入，成功率 97%（≥95% 达标），平均响应时间 2.8 秒（≤3 秒达标）。

⮚瓶颈点：第 80 台接入时网关 CPU 占用率达 85%（正常阈值≤80%），建议优化边缘计算负载。

**稳定性**：

⮚72 小时运行无系统崩溃，设备掉线率 0.3%/ 天（≤0.5% 达标），主要因 ZigBee 设备信号波动导致。

**4.3 兼容性测试**

**设备协议**：

⮚杜亚 ZigBee 窗帘、欧瑞博 BLE 插座均成功接入，数据传输错误率 0.1%（≤0.5% 达标）。

⮚问题：某小众品牌 ZigBee 设备（非标准加密）首次接入需手动输入 PID，不符合 “即插即用” 预期（已记录为一般缺陷）。

**终端系统**：

⮚三端 APP 功能无差异，HarmonyOS 端卡片式交互流畅度优于 iOS/Android，界面适配均无错位。

**4.4 安全性测试**

**数据加密**：

⮚设备与网关间通信使用 TLS 1.3+AES-256 加密，密钥交换符合 ECDH 协议，抓包未发现明文传输。

⮚认证流程：双向认证耗时 1.2 秒（≤2 秒达标），抵御 1000 次暴力破解未成功（预期≥500 次）。

**隐私保护**：

⮚用户操作日志自动脱敏（设备 ID 哈希化），敏感数据（门锁记录）仅本地存储，符合 GDPR 要求。

**4.5 专项测试：极端场景**

**弱信号环境（隔墙 3 层）**：

⮚ZigBee 设备信号强度 - 85dBm 时，指令响应延迟增加至 15 秒（正常≤5 秒），出现 2 次指令丢失（建议增加中继器）。

**高负载场景（80 台设备同时通信）**：

⮚智能控制中心 CPU 占用率 78%（≤80% 达标），数据处理延迟≤2 秒（达标）。

#### **（五）缺陷与问题分析**

**5.1 缺陷统计（共 12 项）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **缺陷等级** | **数量** | **典型问题描述** | **解决方案** |
| **严重** | 1 | 网关断电重启后，部分 ZigBee 设备需重新配对（未存储设备密钥） | 增加本地密钥存储 |
| **轻微** | 8 | 设备状态图标颜色对比度不足（如离线设备灰色过浅） | 更新图标视觉规范 |
| **一般** | 3 | APP 场景编辑界面逻辑复杂，新手用户误操作率 15% | 计划增加引导教程 |

⮚**问题**：当同时触发 “回家模式” 和 “节能模式” 时，系统逻辑冲突导致空调反复启停。

⮚**原因**：场景优先级规则未明确（回家模式优先级应高于节能模式）。

⮚**修复**：增加场景优先级配置功能，默认 “紧急模式> 用户手动模式 > 定时模式”

#### **（六）测试结论与建议**

* 1. **测试结论**

⮚**功能**：核心功能达标，跨品牌设备联动和多终端控制表现稳定，符合 YD/T 4657-2024 标准。

⮚**性能**：常规场景下表现优异，但在高并发（>80 台设备）和弱信号环境下仍有优化空间，整体满足设计指标。

⮚**安全**：数据加密和认证机制可靠，隐私保护措施符合行业标准。

* 1. **改进建议**

⮚**网关性能**：增加边缘计算模块，分担设备接入时的密钥协商负载。

⮚**用户体验**：简化场景编辑界面，提供 “一键套用” 模板（如 “早安模式”“影音模式”）。

⮚**兼容性**：建立小众品牌设备兼容性列表，提供手动适配工具（如自定义协议映射）。