测试方案

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | 阳光家庭能源iHomePow V2.0 | 项目编号 | RD240052 |
| 拟制 | 王鑫、梅厚启、黄志强 | 日期 | 2025/1/9 |
| 审核 | 李建、赵永久 | 日期 |  |
| 批准 | 陶三奇 | 日期 |  |

目录

[1 概述 4](#_Toc187507652)

[1.1 项目背景 4](#_Toc187507653)

[1.2 测试准出条件 4](#_Toc187507654)

[1.3 产品规格 5](#_Toc187507655)

[1.3.1 系统规格 5](#_Toc187507656)

[1.3.2 软件系统规格 7](#_Toc187507657)

[1.3.3 硬件系统规格 11](#_Toc187507658)

[1.3.4 结构系统规格 14](#_Toc187507659)

[2 测试方案 15](#_Toc187507660)

[2.1 测试原理图 15](#_Toc187507661)

[2.2 软件测试环境 22](#_Toc187507662)

[2.3 硬件测试环境 22](#_Toc187507663)

[2.4 测试样品信息 22](#_Toc187507664)

[2.5 测试方法 23](#_Toc187507665)

[(1) 测试项及测试方法 23](#_Toc187507666)

[(2) 无条件测试项及解决办法 56](#_Toc187507667)

[(3) 测试数据 57](#_Toc187507668)

[(4) 测试工具准备 57](#_Toc187507669)

[3 测试约定 58](#_Toc187507670)

[3.1 问题严重度描述 58](#_Toc187507671)

[3.2 操作安全注意事项 58](#_Toc187507672)

[3.3 测试输入文档 58](#_Toc187507673)

[3.4 测试输出文档 58](#_Toc187507674)

[3.5 测试进度 58](#_Toc187507675)

[3.6 人员职责 59](#_Toc187507676)

更改记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 更改日期 | 版本 | 编制、更改内容 | 拟制人 |
| 2024/12/10 | V1.0 | 编制 | 王鑫 |
| 2025/01/07 | V1.1 | 增加软件测试项及测试方法 | 王鑫 |
| 2025/01/08 | V1.2 | 增加硬件、结构测试项及测试方法 | 梅厚启、黄志强 |
| 2025/01/09 | V1.3 | 补充TR4家庭实证测试计划以及硬件测试工具 | 王鑫、梅厚启、黄志强 |
| 2025/01/11 | V1.4 | 提交测试部内部线上评审，根据评审建议补充更新 | 王鑫、梅厚启、黄志强 |

# 概述

本文档旨在描述阳光家庭能源iHomePow V2.0项目的测试范围、测试目标、测试项及测试方法、测试约定、测试风险及测试资源等，定义需要开展的测试活动及负责人，为该项目的测试提供全局分析和参考准则。

## 项目背景

**产品简介：**

阳光家庭能源iHomePow V2.0通过与内部阳光云、充电云、外部智能家居云互联互通，实时显示家庭能量流状态、线上耗能及监控管理。借助智能算法分析诊断给出用能建议及合理优选推送给用户，达到提升绿电消纳（能源自给率）的效果。

（1）本项目硬件是基于阳光家庭能源V1.0基础上开发的。在此基础上：

1. 在V1.0光储系统基础上，增加充电桩、空调新风、智能插座等用能设备的监测、控制功能；

2. 需具备负荷电压、电流、漏电流等监测功能，并对阈值进行分析，实现安全保护、安全预警功能；

3．开发一款智能配电箱，具备家庭负荷集中管控功能，重要负荷接口具备旁路供电功能；

4.美观度提升，智能配电箱外观、材质与逆变器保持统一；美观防护套件、美观走线槽开发或选型；

5.安装友好方面，升级屋顶安装防水工艺。

（2）本项目软件是基于阳光家庭能源V1.1软件基础上开发的。在此基础上：

1. 使用角色需覆盖各环节的各参与方，包括系统管理员、经销商用户、客户；

2. 在设备接入上，除原先的阳光云电站外还需要接入充电桩、家庭负载、断路器等设备，通过云云对接的方式打通平台与设备的交互；

3. 新增经销商端小程序，经销商交付人员能够在自己的手机上调试好所有设备再交付给客户使用；

4. 在V1.1版本小程序基础上丰富功能，添加设备管理、智能建议、分析报告、智能助手、社交排名等功能；

5. 引入外部的气象预测、功率预测、负荷预测、极端天气预警等算法，为项目本身的用电建议算法提供数据支撑；

6. 通过用电建议算法向用户推送合理的用电建议实现用电成本的进一步下降。

7. 新增web端系统，方便运营人员掌握所有交付项目的实时情况。

**目标用户：**

国内别墅客户。

**业务价值：**

（1）更智能的用电

发、储、用电智能管控、自在用能；提供用能管家（智慧用能）服务，提高自发自用率，降低用电成本。

（2）更安全的用电

在发电、储电更安全的基础上提升用电安全，能够实时监控电气参数、预警异常；极端天气情况提前预警，智能备电更安全。

（3）更美观的设计

系统安装方案更美观。能够与建筑融合，不影响建筑整体美观。

（4）更友好的体验

系统硬件设备安装方案对于房屋、居住体验更友好；软件交互体验更友好。

**使用场景：**

适用于家庭发电监测和用电监控，家庭总发电用电数据统计和智能分析

## 测试准出条件

产品功能及非功能需求规格全部达标，软件实现功能符合产品规格定义，软件应用的结果符合用户的期望，同时检验使用过程中对用户不友好的设计。

测试方案与测试用例对规格书定义的需求全面覆盖，测试用例全部执行。产品满足用户体验，满足软件易用性要求，软件使用符合用户使用习惯。

TR4阶段结束，产品按照本测试方案测试完成，所有新增需求均已实现，功能正常，软件缺陷修复达80%以上，无严重及以上等级遗留缺陷，一般及以下未关闭缺陷不超过5个且已经过评审确认可在TR5阶段解决。TR5阶段结束，所有新增需求均已实现，各个子系统、整体系统测试完成，缺陷修复率达到90%以上，无严重及以上等级遗留缺陷，一般及以下未关闭缺陷不超过3个且缺陷已有明确结论。

## 产品规格

### 系统规格

表3.1 系统规格表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 规格要求 | 备注 |
| 智慧用能 | 生态互联 | 实现光储充系统、中央空调/新风网关、智能插座、智能断路器在小程序中集中显示、控制 | 软件详细规格见1.3.2.2，硬件详细规格见1.3.3.1 |
| 支持10000个家庭的设备互联互通 | 详细规格见1.3.2.3 |
| 建站调试时间包含阳光云建站调试、充电桩建站调试、智能断路器设备添加、空调控制器配网、智能插座配网。建站调试时间≤4h，空调控制器配网时间≤60s，一次配网成功率≥70%。智能插座配网时间≤30s，一次配网成功率≥80%。 |  |
| 充电桩控制 | 支持立即充电、预约充电、纯绿电、智能充电4种模式，响应时间≤15s | 详细规格见1.3.2.2 |
| 充电功率控制范围：1.38kW~7kW |
| 空调控制 | 支持空调立即控制、预冷预热2种模式，响应时间≤5s | 详细规格见1.3.2.2 |
| 新风控制 | 支持新风立即控制、预约控制2种模式，响应时间≤5s | 详细规格见1.3.2.2 |
| 用电建议 | 可根据光伏功率预测、负荷功率预测指导用户用电 | 详细规格见1.3.2.2 |
| 用电习惯 | 能够收集智能插座、空调控制器、充电桩设备的用电历史记录 |  |
| 用能分析 | 每月输出家庭发用电数据统计分析报告 |  |
| 安全用能 | 智能备电 | 1、通过消息中间件方式推送指定站点的极端天气预警信息  2、与中央气象台数据相比准确率不低于99% | 只限国内站点，极端天气预警信息以国家气象局中央气象台实时更新为准，一般情况下不晚于24H前 |
| 1、风暴天气预警后，以允许的最大功率对电池充电至100%，且并网模式下不放电  2、电网停电后，储能电池能够为重要负荷接口供电，备电时间不小于4h | 共四种典型场景：（1）别墅屋顶可用面积≤30m2：6KW（光伏装机容量）+10KWh（储能容量），要求离网负载每小时的平均功率≤2KW；（2）别墅屋顶可用面积≤60m2：10KW+15KWh，要求离网负载每小时的平均功率≤3KW；（3）别墅屋顶可用面积≤90m2：16KW+25KWh，要求离网负载每小时的平均功率≤5KW；（4）别墅屋顶可用面积≤110m2：22KW+30KWh，要求离网负载每小时的平均功率≤6KW |
| 安全预警 | 1. 具备过压、欠压、过流告警功能 2. 具备漏电流告警、保护功能 3. 具备漏电流趋势分析预警功能 | 详细规格见1.3.2.2 |
| 旁路供电 | 智能配电箱重要负荷接口具有旁路供电功能，逆变器备用输入断电时，能够切换至电网旁路供电 | / |
| 友好可靠 | 软件交互 | 小程序具备智能助手交互方式，实现问答、故障推送、月度分析报告推送功能 | 详细规格见1.3.2.2 |
| 社交价值 | 小程序具备一键分享、社交排名功能 | 详细规格见1.3.2.2 |
| 安装友好 | 光伏支架安装达到一级防水标准 | 详细规格见1.3.4.3 |
| 配电改造可靠性 | 1、接线工艺满足相关标准规范要求;  2、除过载、短路、漏电故障断电保护动作外，系统不主动干预用户家庭配电;  3、重要负荷具备旁路供电功能 |  |
| 线缆槽盒 | PVC槽盒：白色、满足500h紫外测试、满足高温老化测试，槽盒1内截面积:≥800mm2，槽盒2内截面积:≥4000mm2 |  |
| 美观整罩 | 提供三种主流别墅风格适配，满足C4盐雾、500h紫外测试、满足高温老化测试 |  |

### 软件系统规格

#### 软件环境规格

表1.3.2.1 软件环境规格表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目** | **规格要求** | **备注** |
| 服务器基础环境 | 阿里云ecs centos7  Intel Xeon E5-2682v4 2核  内存4G  JDK1.8 | 此配置为阿里云标准容器配置，服务可按需进行伸缩拓展 |
| 数据库 | MySql5.7  Clickhouse  Redis | 阿里云独立产品 |
| 消息队列 | Kafka | 阿里云独立产品 |
| 浏览器 | Chrome100及以上  Win10及以上  360浏览器（极速模式）14.0版本以上 |  |
| 分辨率 | 1920\*1080 |  |
| 支持语言 | 中文 |  |

#### 产品功能规格

表1.3.2.2 产品功能规格表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **模块** | **子模块** | **功能规格** |
| 1 | 微信小程序 | 登录 | 1. 支持微信授权登录和帐号密码登录两种方式 2. 记住密码和忘记密码功能 |
| 2 | 经销商端-家庭列表 | 1. 家庭列表显示和查询功能； 2. 创建家庭功能，包括绑定阳光云电站； 3. 添加充电桩和其他设备功能 |
| 3 | 用户端-首页 | 1、2.5D别墅潮流图展示；  2、切换家庭；  3、今日发电量和用电量及电站减排数据统计；  4、智能助手功能；  5、一键分享功能；  6、社交排名功能； |
| 4 | 用户端-设备 | 1. 家庭设备列表； 2. 设备明细查看； 3. 设备控制：充电桩（立即充电、预约充电、纯绿电、智能充电），空调（立即控制、预冷预热），新风（立即控制、预约控制），智能插座（常规控制、预约控制）； |
| 5 | 用户端-智能 | 1. 智能建议功能：包含当日能源预测曲线，建议概况和专属建议，每天更新1次。 2. 数据统计功能； 3. 分析报告功能：每月生成1份月度报告。 |
| 6 | 我的 | 1. 个人信息、修改密码、退出； 2. 问题反馈； 3. 绿电配置； 4. 联系客服、用户协议、产品手册、探索更多 |
| 7 | Web端 | 首页 | 1. 首页数据统计，分管理员和经销商角色展示。 |
| 8 | 家庭管理 | 1. 家庭管理列表展示； 2. 家庭详情查看，包括基本信息、设备信息； 3. 电站、充电站、房间管理； |
| 9 | 设备管理 | 1. 产品管理； 2. 设备管理列表展示； 3. 电站设备、充电设备、房间设备管理； 4. 指令记录、告警记录、消息记录。 |
| 10 | 数据管理 | 包括电价数据、气象数据、功率数据、负荷数据 |
| 11 | 系统管理 | 1. 用户管理、部门管理、角色管理； 2. 问题反馈管理； 3. 菜单管理、字典管理、配置管理； |
| 12 | 云云对接 | 阳光云对接 | 1. 查询电站列表，获取电站基本信息和设备基本信息； 2. 查询设备的测点数据和告警数据； 3. 对逆变器设备进行控制； |
| 13 | 充电云对接 | 1. 创建充电站及设备和充电接口； 2. 请求认证、启动、停止充电； 3. 接收设备状态、充电状态、充电订单等数据推送； |
| 14 | 涂鸦云对接 | 空调网关、智能插座的配网及遥测遥控 |
| 15 | 断路器对接 | 断路器的遥测遥控 |
| 16 | 算法引入 | 气象预测 | 1） 气象数据包括温度、风速、风向、湿度、压强、云量、雨量、雪量、水平总辐射、天气类型、风力等级、直射辐照度、散射辐照度；  2） 时间分辨率为15min，预测时长0-240h，更新频率每天4次，空间分辨率3\*3公里；  3） 接口响应时间不超过5s，最大支持并发量50个场站。 |
| 17 | 功率预测 | 1） 指光伏发电功率预测，不限于工商业和户用场景；  2） 时间分辨率为15min，预测时长0-240h，更新频率每天4次；  3） 接口响应时间不超过5s，最大支持并发量100个场站；  4） 所有站点月平均精度(RMSE计算方法)不低于85%。 |
| 18 | 负荷预测 | 1） 指户用负荷预测场景；  2） 时间分辨率为输入5min，输出1h，预测时长0-240h，更新频率每天24次；  3） 接口响应时间不超过5s，最大支持并发量100个场站；  4） 所有站点月平均精度(RMSE计算方法)不低于80%； |
| 19 | 极端天气预警 | 1） 通过消息中间件方式推送指定站点的极端天气预警信息；  2） 与中央气象台数据相比准确率不低于99%；  3） 只限国内站点。  4)极端天气预警信息以国家气象局中央气象台实时更新为准，一般情况下不晚于24H前. |
| 20 | 自有算法 | 用电建议 | 1. 针对典型用户，月平均用电建议准确率不低于80%。   典型用户：光伏装机容量15KWP，电池容量：10度，月耗电量在750~1050度左右   1. 实际光伏、负荷功率=预测功率情况下，用电建议准确率为100%； 2. 实际光伏、负荷功率情况下，光储电量富余时段预测准确率100% 3. 用户家中存在生态设备时，支持根据用户用电历史记录调整建议；   支持与用户设置联动。 |
| 21 | 充电桩纯绿电模式 | 功能开启后，充电桩输出功率跟踪光伏发电功率；  注：数据来自阳光云 |
| 22 | 充电桩智能充电 | 1. 用户指定取车时间以及充电电量； 2. 任务优先级为从高到低：   2.1 指定时间的拿到达标电量的车辆；  2.2 指定时段内有光伏富余时本次充电成本≤直接充电；  3. 分时电价情况由电站所在地区确定； |
| 23 | 预冷预热 | 1. 用户指定回家时间以及温度,设定温度在20~26℃之间 2. 需要至少一次完整制冷和制热数据 3. 空调的性能足以使室温达到预设的温度，且环境相对封闭(无开门开窗) 4. 空调采集温度首次达到用户设定温度的时间，不早于目标时间（用户设定的回家时间）前30分钟。 |
| 24 | 用电安全 | 过流告警功能：常规负荷回路默认过流告警值63A，告警阈值32~63A可设置，步长1A；重要负荷回路默认过流告警值37A，告警阈值25~38A可设置，步长1A |
| 25 |  | 过压告警功能：常规负荷回路、重要负荷回路默认过压告警值246V，告警阈值242V~275V可设置，步长1V |
| 26 |  | 欠压告警功能：常规负荷回路、重要负荷回路默认欠压告警值207V，告警阈值161V~219V可设置，步长1V |
| 27 |  | 漏电流告警、保护功能：常规负荷回路、重要负荷回路漏电流告警值100mA、保护值300mA，告警、保护阈值30mA、100mA、300mA可设置，漏电流保护动作值在0.5IL~IL范围内，IL时的动作时间≤100ms |
| 28 |  | 具备漏电流趋势预警功能：  1、同一工况下（工况是指：负荷回路、取电相序、电流/功率上升数据），连续出现三次瞬时漏电流增加，趋势预警分析；   1. 连续三天漏电流呈上升趋势，趋势预警分析。 |

#### 1.3.2.3 产品性能规格

表1.3.2.3 产品性能规格表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | **需求描述** | | **预期目标** |
| 1 | 性能要求 | 平台接入量 | 平台架构设计满足10000个别墅接入，每分钟数据支持并发量10000个上传数据包解析入库。  注：不包含阳光云、充电云、涂鸦云、断路器云、气象、功率、负荷预测、极端天气等外部系统验证。 |
| 数据采集 | 支持10000个别墅采集的设备数据并发上送接收与解析入库，承受原始数据上发并发能力不低于10000tps/min,数据服务解析入库并发能力不低于10000tps/min。 |
| 指令下发 | 空调新风、智能插座、智能断路器控制响应时间≤5秒；  充电桩控制响应时间≤15秒。 |
| 响应时间 | 家庭管理、设备管理、数据管理、系统管理的页面查询服务的响应 时间在1秒内。分析页面的查询服务响应时间不超过3秒。常规页面触发、跳转时间不超过2秒，报表导出等页面不超过8秒。 |
| 数据刷新周期 | 遥信数据实时上传展示，页面功率流向图数据刷新频率不大于30秒;其它设备遥测数据在详情页面刷新频率不大于5分钟 |
| 在线用户数 | 系统支持同时在线用户1000 |
| 并发用户数 | 按每天1000用户访问，平均并发用户数为100；测试运营首页接口响应时间不超过3秒。 |
| 2 | 可靠性需求 | 数据保存年限 | 业务数据保存时间不低于5年，支持在页面实时查询展示，设备原始数存储时间不低于1年。 |
| 可用性要求 | 系统服务可用性不低于99.9% |
| 3 | 安全性需求 | 数据加密 | 应具备加密登录、数据加密传输、数据存储等安全方面的保障，以确保系统的安全性。 |
| 权限控制 | 用户权限支持配置 |
| 4 | 兼容性需求 | PC端 | 浏览器：谷歌chrome100及以上；显示器分辨率：1920\*1080  360浏览器（极速模式）14.0版本以上 |
| 微信小程序 | 微信6.7.4以上版本 |
| 语言 | 中文 |
| 5 | 可扩展性需求 | 高扩展性 | 微服务模块根据业务属性切分，高度可扩展；  部署服务器根据数据并发量，可单机或集群部署； |
| 6 | 语言需求 | 国内 | 该版本仅显示中文，北京时区即可 |

### 硬件系统规格

#### 智慧用能系统硬件规格

表1.3.3.1 智慧用能系统硬件规格表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目** | **规格要求** | **备注** |
| 支持光储能逆变器型号 | SH6/8/10RT-20系列、SH15/20/25T系列 | 阳光电源产品 |
| 支持储能电池型号 | SBR系列、SBH系列 | 阳光电源产品 |
| 支持充电桩型号 | AC7-00国标7kW充电桩 | 阳光电源产品 |
| 智能电箱 | 具备重要负荷接口的旁路供电功能；具备重要负荷回路、常规负荷回路输出监测、控制功能 | 详细规格见3.3.2 |
| 空调/新风网关 | 适配空调类型：多联机中央空调 | 能够适配大金、日立、美的、格力、海尔、海信、东芝、三菱重工、约克、松下品牌的主流产品。  品牌型号由空调控制器厂家提供，详见附件 |
| 适配新风系统 |
| 通讯方式：WIFI，涂鸦平台 | 供方微信小程序 |
| 配置升级调试：蓝牙+微信小程序 |  |
| 工作温度：-10-40℃ |  |
| 存储温度：-10-40℃ |  |
| 智能插座 | 插孔类型：国标五孔插头（标准符合 GB 1002/GB 2099） |  |
| 额定电压/频率：AC220V/50Hz |  |
| 额定电流：10A |  |
| 安全保护：支持过载保护关断 |  |
| 配网方式：支持蓝牙快速配网 |  |
| 通讯方式：WIFI，涂鸦平台 |  |
| 采集、计量功能：电压、电流、功率实时监控功能，精度±5%，具备电量统计功能 | 数据上报逻辑按供方方案 |
| 外壳材质：防火PC材料，阻燃等级V0 |  |
| 工作温度：-10-40℃ |  |
| 存储温度：-10-40℃ |  |

#### 智能电箱规格

表1.3.3.3 智能电箱规格表

| **序号** | **参数名称** | **规格要求** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 电网取电最大电流 | 63A |  |
| 2 | 逆变器并网输入最大电流 | 37.9A |  |
| 3 | 逆变器备用输入最大电流 | 37.9A |  |
| 4 | 常规负荷接口最大电流 | 63A | 常规负荷和重要负荷的电流和不超过63A |
| 5 | 重要负荷接口最大电流 | 37.9A |
| 6 | 工作电压 | 400Vac |  |
| 7 | 额定频率（Hz） | 50Hz |  |
| 8 | 尺寸 | 600×500×185mm | 不含支架、门锁等面板突出物 |
| 9 | 绝缘电阻 | 试验电压500V，交流输入、输出对地的绝缘电阻不小于1MΩ。 |  |
| 10 | 工频耐受电压1分钟（V） | 1600Vac |  |
| 11 | 温升：符合IEC 947-1有关温升的规定，且温升值不超过组件相应的标准要求。 | 连接外部绝缘导线的端子：不大于70K |  |
| 母线固定连接处(铜-铜):不大于70K |  |
| 操作手柄绝缘材料的表面不大于25K |  |
| 可接触的外壳和覆板，金属表面不大于30K |  |
| 12 | 输出监测、控制 | 具有电压、电流、功率、漏电流等电参量采集功能 |  |
| 13 | 电压、电流、功率精度：±2%，漏电流精度：IL≤100mA：±5mA ;100<IL≤300mA： ±10% |  |
| 14 | 具备手动、远程分合闸功能，远程分合闸响应时间≤3s |  |
| 15 | 通讯功能 | 智能断路器具备4G通讯功能，数据上传频率≤5min |  |
| 16 | 旁路切换 | 重要负荷接口具有旁路供电功能 |  |
| 17 | 传导发射限值 | ClassA |  |
| 18 | 辐射发射限值 | ClassA |  |
| 19 | 静电放电抗扰度 | 接触放电电压±6kV 空气放电电压±8kV |  |
| 20 | 浪涌冲击抗扰度 | 共模试验电压±5kV 差模试验电压±4kV |  |
| 21 | 传导正弦波电压或电流 | 频率范围（MHz）：0.15~80  试验电平：3V |  |
| 22 | 快速瞬变脉冲群抗扰性试验 | 试验等级 4：±4kV  Tr/Th：5/50ns  重复频率：2.5kHz |  |
| 23 | 辐射电磁场 | 3V/m |  |
| 24 | 低于 150kHz 频率范围内的共模传导骚扰 | 1kHz~1.5kHz：试验电流6.6mA  1.5kHz~15kHz：试验电流6.6mA~66mA  15kHz~150kHz：66mA |  |
| 25 | IP等级 | IP65 |  |
| 26 | 材质 | 箱体为镀锌钢板材质，盖板为铝合金材质  表面喷塑处理，满足高耐腐蚀性。 |  |
| 27 | 浪涌保护等级 | II级， 4P模式 |  |
| 28 | 防雷等级 | 标称放电电流不小于20kA |  |
| 29 | 安装方式 | 壁挂式安装 |  |
| 30 | 进出线方式 | 下进下出 |  |
| 31 | 维护方式 | 正面维护 |  |
| 32 | 工作环境温度 | -20℃~55℃ |  |
| 33 | 存储环境温度 | -25℃~55℃ |  |
| 34 | 工作湿度 | 95%RH及以下 |  |
| 35 | 防腐 | C3盐雾 |  |
| 36 | 包装堆码 | 7层 |  |

### 结构系统规格

#### 线缆槽盒

表1.3.4.1 线缆槽盒规格表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目** | **规格要求/内容** | **备注** |
| PVC槽盒 | 白色，满足500h紫外测试，  满足高温老化测试，槽盒1内截面积:≥800mm2，槽盒2内截面积:≥4000mm2 |  |

#### 美观套件

表1.3.4.2 美观套件规格表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目** | **规格要求/内容** | **备注** |
| 美观外罩 | 三种风格，满足C4盐雾，  500h紫外测试，满足高温老化测试 | 材质：铝合金或塑木；风格：初步概念方案如下图 |

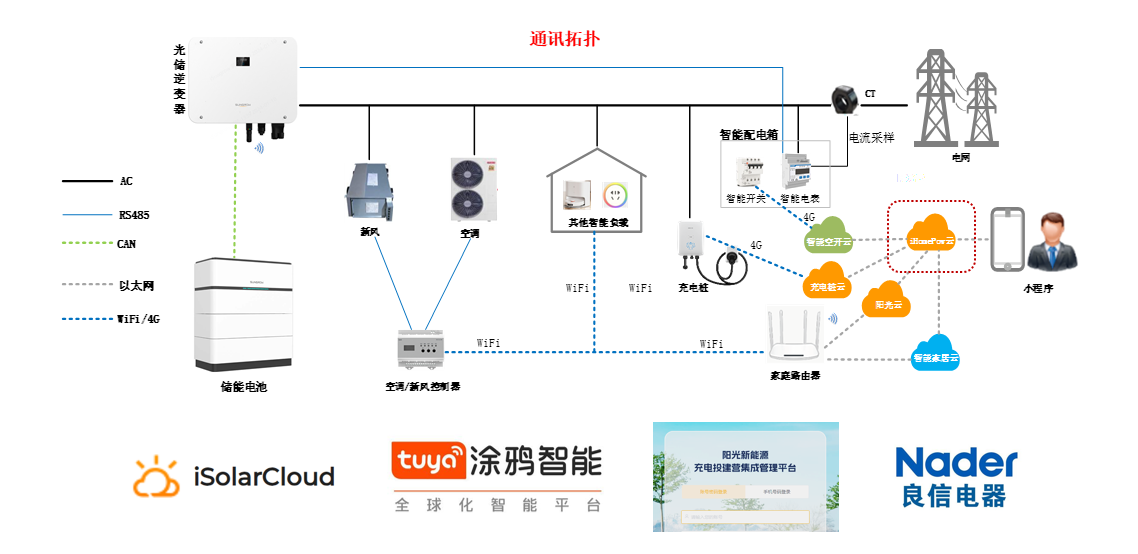
#### 支座防水工艺

表3.4.3 支座防水规格表

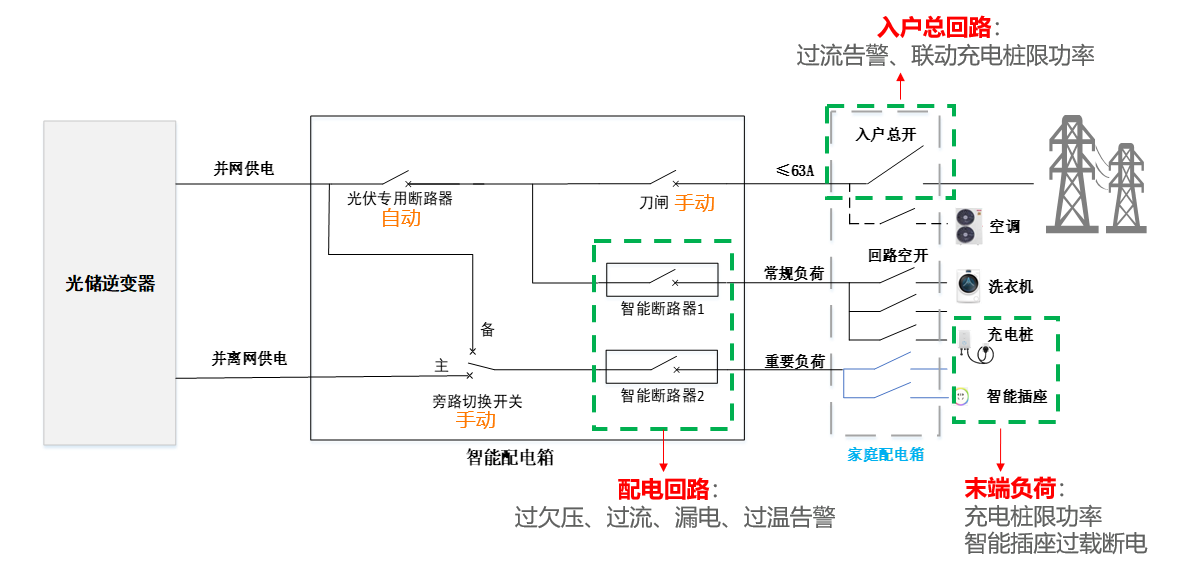
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目** | **规格要求/内容** | **备注** |
| 防水工艺 | 参照《建筑工程防水工程技术规范》（GB50207-2017）、《建筑与市政工程防水通用规范》（GB55030-2022）规定达到一级防水标准； | 三层防水措施，不少于一层采用防水卷材 |

# 测试方案

## 测试原理图



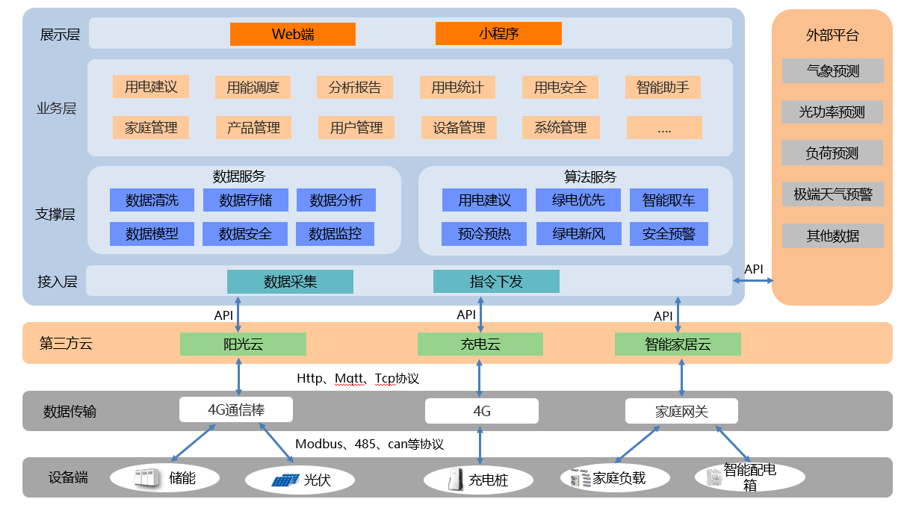
▲通讯拓扑图



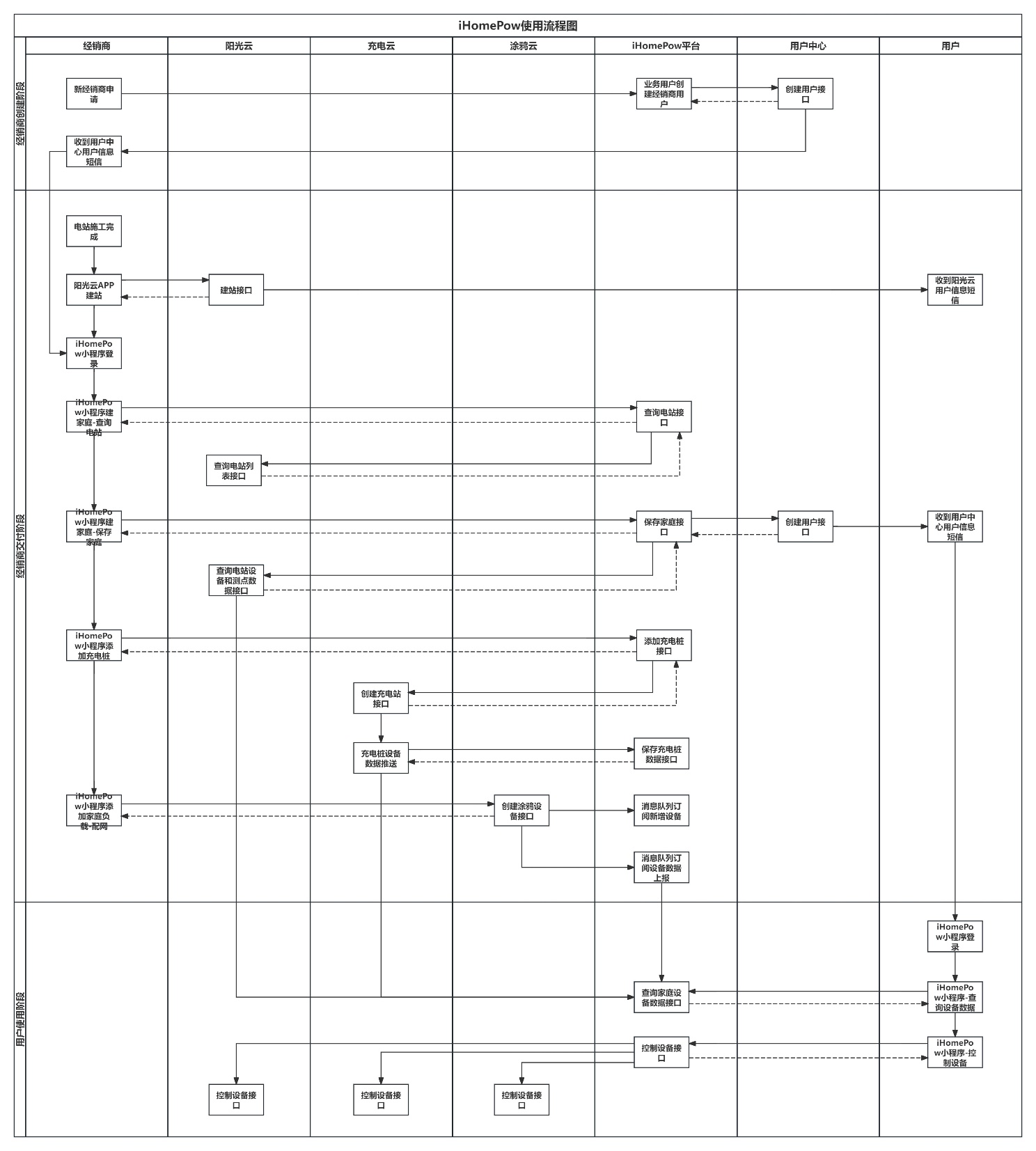
▲安全用电拓扑图

供中央研究院光功率预测、负荷预测、气象预测和极端天气预警等算法服务进行消息订阅的生产Kafka服务器所在集群，基于Kafka私网连接的配置下，和阿里云121集群网络不通，和116集群互通，故后端和Web前端测试环境部署在阿里云116集群，微信小程序测试环境部署在微信小程序体验版。

软件逻辑框架分为4层，包含基础设施层、领域层、应用层、接入层，基础设施层主要为上层提供部署环境支撑，领域层主要提供相应的数据处理和算法服务，应用层主要为用户提供家庭管理、设备管理、数据管理、智能应用、系统管理等业务功能，接入层提供微信小程序和PC端后台两个交互入口以及第三方平台如阳光云、充电云、涂鸦云的对接。系统逻辑架构设计和云云对接流程见下图。

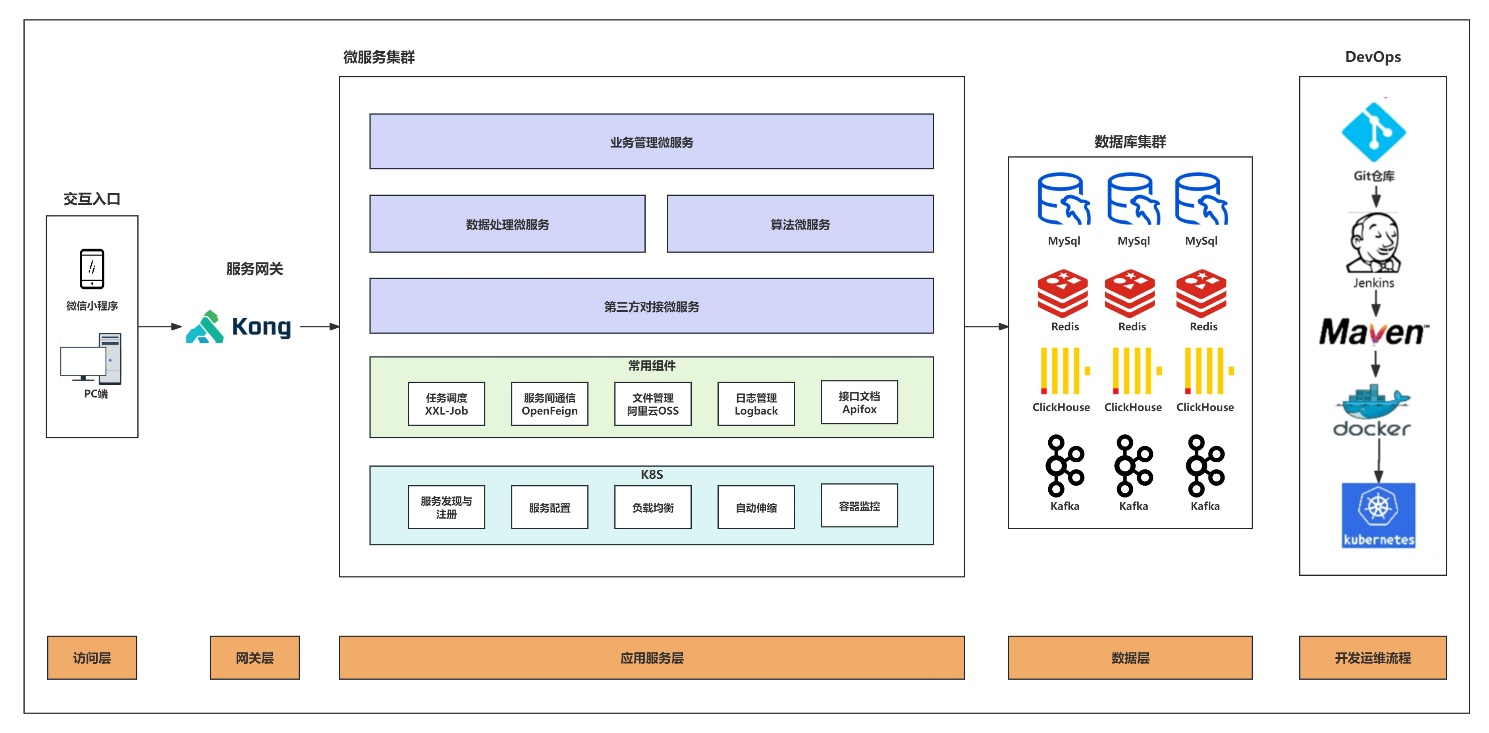


▲系统逻辑架构设计图



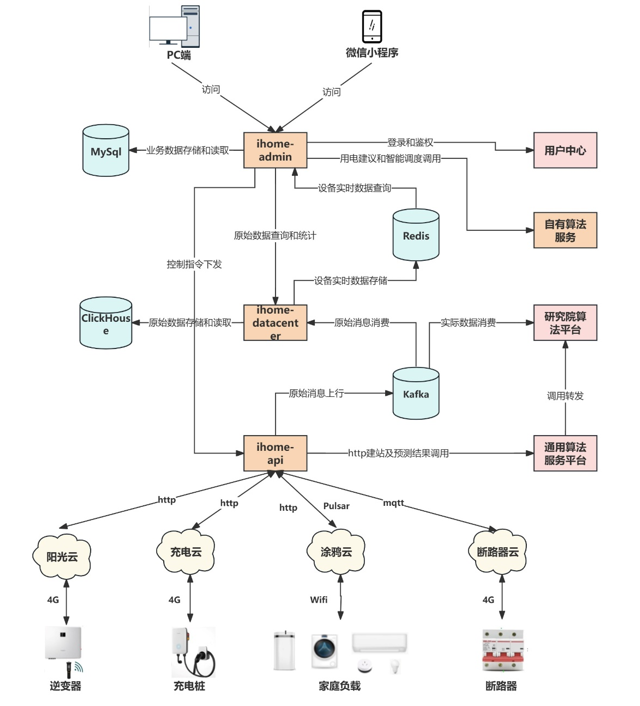
▲云云对接流程图

系统交互入口为微信小程序和PC端，通过Kong服务网关访问后端服务，后端服务采用微服务架构，包括业务管理微服务、数据处理微服务、第三方对接微服务和算法微服务，依赖的组件有任务调度XXL-Job、服务间通信OpenFeign、文件管理阿里云OSS、日志管理Logback、接口文档Apifox，统一部署到k8s集群容器中。数据层包括Kafka消息队列、ClickHouse时序数据库、Redis缓存数据库、MySql业务数据库。开发运维流程统一采用DevOps自动化CI/CD工具。具体系统技术架构图如图。



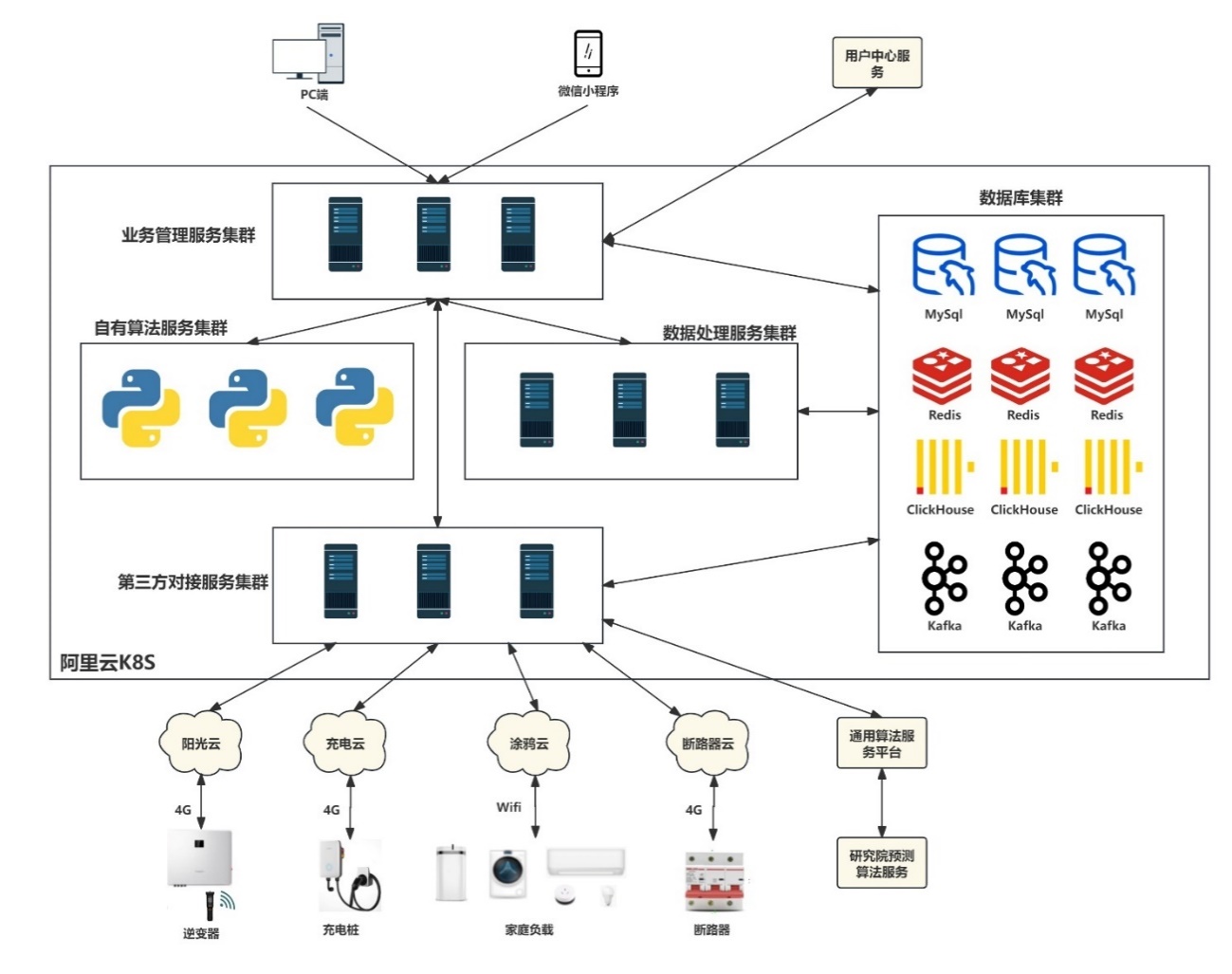
▲系统技术架构图

系统应用服务包括ihome-admin业务管理微服务、ihome-datacenter数据处理微服务、ihome-api第三方对接微服务以及算法微服务组成，ihome-api服务以云云对接方式通过阳光云、充电云、涂鸦云、断路器云4个外部云系统采集设备端数据，原始数据先到Kafka，然后ihome-datacenter服务从kafka消费数据后进行数据处理并将原始数据入到clickhouse，将最新数据存到redis。ihome-admin服务作为主要的业务服务和PC端及小程序进行交互，从redis获取设备最新数据，从mysql数据库进行数据存储和读取，以接口方式向ihome-api下发控制指令及调用研究院算法平台接口获取预测结果数据，向ihome-datacenter调用原始数据查询和统计，向算法服务调用用电建议和智能调度指令，向用户中心调用登录和鉴权。具体系统数据架构图如图。



▲数据架构设计图

系统采用微服务架构，统一部署到k8s集群容器中。外网不能直接访问，需要通过网络安全组转发，经过网关和对应服务的端口后，才能访问对应的服务。数据库采用集群部署，若某个节点的数据库连接失败，则集群会重新启动一个节点自动连接服务，防止数据丢失。具体系统部署图见下图。



▲系统部署图



▲自有算法总体框架图

## 软件测试环境

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试项** | **平台位置/测试工具** | **备注** |
| 服务器环境 | 1、前端服务器\*1台：Intel(R) Xeon(R) Platinum 8163 CPU @ 2.50GHz  CPU：32核CPU  内存：64 GB  OS：CentOS  2、后端服务器\*1台：Intel(R) Xeon(R) Platinum 8369B CPU @ 2.70GHz  CPU：32核CPU  内存：32 GB  OS：CentOS  3、数据库：Mysql5.7、Clickhouse、Redis   1. 消息队列：Kafka | 在所要求的版本及以上 |
| 用户端环境 | 1、硬件环境：  CPU x86架构 主频1.20GHZ+内存16GB  2、系统环境：  Windows10  分辨率：1920\*1080 | 在所要求的版本及以上 |

## 硬件测试环境

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **实验室环境** | **模拟使用环境** | **用户现场环境** |
| 阳光新能源天湖路2号1号楼电气测试区及环境测试区 | 阳光新能源天湖路2号1号楼4楼家庭能源系统2套 | 租用别墅实际测试 |
| 阳光电源总部或外部试验室：电磁兼容试验室、安规实验室。 | / | 实际用户使用后收集反馈 |

## 测试样品信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **样品名称** | 阳光家庭能源iHomePow V2.0 | **样品编号** | V2.0 |
| **样品关键信息/测试对象关键信息** | **阳光家庭能源iHomePow V2.0项目主要增加的功能 ：**  （1）本项目硬件是基于阳光家庭能源V1.0基础上开发的。在此基础上硬件新增功能如下：  1. 在V1.0光储系统基础上，增加充电桩、空调新风、智能插座等用能设备的监测、控制功能；  2. 需具备负荷电压、电流、漏电流等监测功能，并对阈值进行分析，实现安全保护、安全预警功能；  3．开发一款智能配电箱，具备家庭负荷集中管控功能，重要负荷接口具备旁路供电功能；  4.美观度提升，智能配电箱外观、材质与逆变器保持统一；美观防护套件、美观走线槽开发或选型；  5.安装友好方面，升级屋顶安装防水工艺。  （2）本项目软件是基于阳光家庭能源V1.1软件基础上开发的。在此基础上软件新增功能如下：  1. 使用角色需覆盖各环节的各参与方，包括系统管理员、经销商用户、客户；  2. 在设备接入上，除原先的阳光云电站外还需要接入充电桩、家庭负载、断路器等设备，通过云云对接的方式打通平台与设备的交互；  3. 新增经销商端小程序，经销商交付人员能够在自己的手机上调试好所有设备再交付给客户使用；  4. 在V1.1版本小程序基础上丰富功能，添加设备管理、智能建议、分析报告、智能助手、社交排名等功能；  5. 引入外部的气象预测、功率预测、负荷预测、极端天气预警等算法，为项目本身的用电建议算法提供数据支撑；  6. 通过用电建议算法向用户推送合理的用电建议实现用电成本的进一步下降。  7. 新增web端系统，方便运营人员掌握所有交付项目的实时情况。 | | |
| **测试版本信息** | / | | |
| **测试迭代版本路径** | <http://192.168.152.144:8929/ihome/ihome-backend.git>  <http://192.168.152.144:8929/ihome/ihome-frontend.git>  http://192.168.152.144:8929/ihome/ihome-wechatapp.git | | |
| **测试终版归档路径** | <http://192.168.152.144:8929/ihome/ihome-backend.git>  <http://192.168.152.144:8929/ihome/ihome-frontend.git>  http://192.168.152.144:8929/ihome/ihome-wechatapp.git | | |

## 测试方法

### 测试项及测试方法

#### TR4阶段

##### 数据模拟方案

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **模拟范围** | **模拟场景** | **模拟逻辑** | | |
| 光储数据 | 阳光云设备正常数据 | 根据家庭电站psId，生成入参数据上传，间隔5分钟更新上传一次，入参字段值根据实际现有电站每日更新数据获取区间模拟 | | |
| 阳光云设备告警数据 | 根据家庭电站psId，模拟90天内随机4天告警入参（逆变器、储能）告警类型（1-4）  1：故障  2：告警  3：提示  4：建议  每种告警类型各模拟一次  故障处理状态：  1：未确认  2：待处理  3：处理中  4：已解决  9：已关闭  从未处理间隔10分钟更新至已关闭 | | |
| 充用数据 | 充电桩实时数据 | 根据充电桩SN码，模拟90天，每1-2天进行一次充电桩充电操作，开始时间-结束时间(可跨天)，每间隔30s更新上传入参数据，到达本次充电桩充电结束时间后10s上传非充电入参，间隔2分钟更新上传入参数据，持续至第二次充电桩开始充电前2分钟左右 | | |
| 涂鸦云实时数据 | 添加智能插座 | | 根据插座ID，绑定相关设备，按时间使用情况获取对应的数据，按照设备实际日更新数据数量，进行90天数据模拟 |
| 洗衣机实时数据 | | 区分工作日及周末，工作日模式时间段18点-23点随机2小时进行数据上传，每2分钟更新一次，持续到结束时间 |
| 烘干机实时数据 | | 区分工作日及周末，工作日模式时间段19点-23点随机2小时进行数据上传，每2分钟更新一次，持续到结束时间 |
| 洗碗机实时数据 | | 模拟每日2次，13-14点，18-19点时间段内间隔2分钟更新一次数据至结束时间点 |
| 扫地机器人实时数据 | | 模拟每日1次19-20点间隔2分钟更新一次数据 |
| 热水器实时数据 | | 按每日2次，7-7:30，20-20:30时间段间隔1分钟更新一次数据模拟 |
| 空调实时数据 | | 按每日一次模拟，区分工作日及周末，工作日使用时间段20-24点，周末当天时间段随机4小时，间隔3分钟更新一次数据模拟 |
| 新风实时数据 | | 按每日一次模拟，区分工作日及周末，工作日使用时间段20-24点，周末当天时间段随机4小时，间隔3分钟更新一次数据模拟 |
| 断路器云实时数据 | 获取断路器设备ID，根据ID每30s生成入参数据进行请求，入参字段值依据实际断路器日数据统计区间进行生成，模拟90天数据 | | |
| 引入算法结果数据模拟 | 预测数据（光功率、负荷、气象） | 根据实际现有电站预测数据，进行预测数据模拟3天数据 | |
| 极端天气预警 | 根据电站ID模拟90天内随机天出现极端天气（大雪、台风、沙尘暴等） | |

##### 软件

###### 功能测试

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试项** | | **测试方法** | **判定标准** |
| 微信小程序 | 登录 | 1. 微信授权登录和帐号密码登录两种方式登录小程序； 2. 勾选记住密码登录退出后重新登录； 3. 点击忘记密码 | 1. 两种方式均能正确登录； 2. 密码栏密码自动填充； 3. 能够正确重置密码。 |
| 经销商端-家庭列表 | 1. 家庭列表显示和查询； 2. 创建家庭功能，包括绑定阳光云电站； 3. 添加充电桩和其他设备功能 | 1. 家庭列表显示和查询正确 2. 能够正确创建家庭 3. 能够正确添加充电桩和其他设备（涂鸦云生态设备） |
| 用户端-首页 | 1、检查2.5D别墅潮流图；  2、切换家庭；  3、检查今日发电量和用电量及电站减排数据统计；   1. 智能助手功能；   5、一键分享功能；  6、社交排名功能； | 1. 能量实时流向和运行工况一致 2. 能正确切换家庭及对应数据 3. 数据统计正确 4. 智能助手交互正确 5. 一键分享功能正常 6. 社交排名展示正确 |
| 用户端-设备 | 1. 家庭设备列表； 2. 设备明细查看；   3、自定义联动功能； | 1. 家庭设备列表显示正确 2. 设备明细显示正确 3. 自定义联动功能正常 |
| 用户端-智能 | 1. 智能建议功能； 2. 数据统计功能； 3. 分析报告功能：提供每周日、月报表两种形式。 | 1. 推送一天一次，数据刷新2次； 2. 数据统计正确 3. 报表格式、内容显示正确 |
| 我的 | 1. 个人信息、修改密码、退出； 2. 问题反馈； 3. 我的家庭； 4. 我的消息；   5、 联系客服、用户协议、产品手册、探索更多 | 1、能正确查看个人信息、修改密码和退出；  2、问题反馈提交正常  3、我的家庭信息显示正确  4、我的消息内容显示正确  5、能正确联系到客服，用户协议、产品手册和探索更多功能正常 |
| Web端 | 首页 | 1、检查首页数据统计 | 1、分管理员和经销商角色展示 |
| 家庭管理 | 1. 检查家庭管理列表展示； 2. 家庭详情查看；   3、 电站、充电站、房间管理； | 1、正确展示家庭信息  2、包括基本信息、设备信息、用能分析、用能调度、用能建议、用电安全、用电行为、告警信息  3、电站、充电站、房间数据正确 |
| 设备管理 | 1. 产品管理； 2. 设备管理列表展示；   3、电站设备、充电设备、房间设备管理； | 1、产品管理数据正确；  2、设备管理列表数据正确；  3、设备、充电设备、房间设备数据正确 |
| 数据管理 | 1、包括电价数据、气象数据、功率数据、负荷数据 | 1、电价数据、气象数据、功率数据、负荷数据正确 |
| 系统管理 | 1. 用户管理、部门管理、角色管理； 2. 问题反馈管理；   3、 菜单管理、字典管理、配置管理； | 1、用户、部门、角色数据正确  2、问题反馈数据正确  3、菜单管理、字典管理、配置管理功能正常 |
| 云云对接 | 阳光云对接 | 1. 查询电站列表，获取电站基本信息和设备基本信息； 2. 查询设备的测点数据和告警数据；   3、 对逆变器设备进行控制； | 1、电站基本信息和设备基本信息显示正确  2、设备的测点数据和告警数据正确；  3、能正确对逆变器设备进行控制 |
| 充电云对接 | 1. 创建充电站及设备和充电接口； 2. 请求认证、启动、停止充电；   3、 接收设备状态、充电状态、充电订单等数据推送； | 1、能正确创建充电站和设备  2、能正确启动、停止充电  3、能正确接收设备状态、充电状态、充电订单等数据推送 |
| 涂鸦云对接 | 1、空调网关、智能插座、断路器的配网及遥测遥控 | 1、能正确对空调网关、智能插座进行配网和遥测遥控 |
| 断路器对接 | 1、断路器的遥测遥控 | 1、能正确对断路器进行遥测遥控 |

###### 弱网测试

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试项** | **测试方法** | **判定标准** |
| 设备连接初始化 | 在弱网条件下尝试对设备进行初始配网 | 连接稳定，无频繁断连现象 |
| 指令响应时间 | 在弱网条件下，发送控制指令（如启停中央空调、智能插座等）到设备，并记录响应时间 | 空调、新风、智能插座、智能断路器指令下发响应时间≤5s；充电桩指令下发响应时间≤15s |
| 断线重连机制 | 故意切断网络连接后，观察设备重新连接的行为 | 设备能在网络恢复后自动重连成功 |
| 多设备并发操作 | 在弱网环境下同时控制多个设备，检查系统表现 | 所有设备应正常响应，无明显延迟或失败 |

###### 性能测试

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试项** | **测试方法** | **判定标准** |
| 平台接入量 | 编写脚本构建光储充用全场景数据仿真模型，生成10000个虚拟家庭站点， | 1分钟内完成10000个家庭成功建站 |
| 数据采集量 | 基于10000个家庭，在一分钟完成10000个光储充用（安全用能特殊场景构建2000个模拟数据）实时数据上传，验证系统是否全部能正确解析入库。 | 支持10000个别墅采集的设备数据并发上送接收与解析入库，承受原始数据上发并发能力不低于10000tps/min,数据服务解析入库并发能力不低于10000tps/min。 |
| 指令下发 | 对园区内2号楼和3号楼空调、新风、智能插座、智能断路器通过掐表计时，遍历下发小程序端和Web端支持的指令，验证设备响应时间是否≤5秒；充电桩通过掐表计时和使用功率分析仪监测实时功率变化，验证设备响应时间是否≤15秒。 | 空调、新风、智能插座、智能断路器指令下发响应时间≤5s；充电桩指令下发响应时间≤15s |
| 响应时间 | 验证家庭管理、设备管理、数据管理、系统管理的页面查询服务的响应时间，分析页面的查询服务响应时间，常规页面触发、跳转时间，报表导出时间 | 家庭管理、设备管理、数据管理、系统管理的页面查询服务的响应时间≤1秒；分析页面的查询服务响应时间≤3秒。常规页面触发、跳转时间≤2秒，报表导出等页面≤8秒。 |
| 数据刷新周期 | 验证页面功率流向图数据刷新频率和其它设备遥测数据在详情页面刷新频率 | 页面功率流向图数据刷新频率≤30秒;其它设备遥测数据在详情页面刷新频率≤5分钟 |
| 在线用户数 | 1min内完成1000个用户登录 | 系统支持同时在线用户1000 |
| 并发用户数 | 使用Jmeter工具并发100个用户访问小程序首页接口 | 100个用户访问小程序首页接口响应时间≤3秒 |

###### 安全测试

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试项** | **测试方法** | **判定标准** |
| 数据加密 | 检查登录过程是否被加密，传输过程是否采用https协议，云端存储是否有加密机制 | 系统支持登录加密、传输加密、存储加密 |
| 权限控制 | 检查系统用户权限配置，分别使用不同角色账号登录web端和小程序，验证角色权限控制逻辑是否与预期一致 | 系统支持权限配置，分配的角色权限与实际设置一致 |

###### 算法测试

引入算法

引入算法测试方案如下，光功率预测和负荷预测算法效果由算法提供方自测并输出测试报告。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试项** | | **测试方法** | **判定标准** |
| 光功率预测 | 功能 | 基于测试环境现有家庭，通过接口调用和web端查询，检查光功率预测算法接口响应数据是否和规格要求一致 | 时间分辨率为15min，预测时长0-240h，更新频率每天4次 |
| 效果 | 1. 提供50个安徽区域站点和50个非安徽区域全国站点给供方负责人刘震，供算法离线测试输出预测结果，统计月平均精度 2. 编写测试脚本定期统计线上已有站点预测准确率 | 1、50个站点月平均精度(RMSE计算方法)不低于85%  2、线上已有站点预测准确率月平均精度不低于85% |
| 负荷预测 | 功能 | 基于测试环境现有家庭，通过接口调用和web端查询，检查负荷预测算法接口响应数据是否和规格要求一致 | 时间分辨率为输入5min，输出1h，预测时长0-240h，更新频率每天24次 |
| 效果 | 1. 提供公司志愿者家庭负荷数据和欧洲户储家庭共50个站点给供方负责人汤子琪，供算法离线测试输出预测结果，统计月平均精度 2. 编写测试脚本定期统计线上已有站点预测准确率 | 1、50个站点月平均精度(RMSE计算方法)不低于80%  2、线上已有站点预测准确率月平均精度不低于85% |
| 气象预测 | 功能 | 基于测试环境现有家庭，通过接口调用和web端查询，检查气象预测算法接口响应数据是否和规格要求一致 | 1） 气象数据包括温度、风速、风向、湿度、压强、云量、雨量、雪量、水平总辐射、天气类型、风力等级、直射辐照度、散射辐照度；  2） 时间分辨率为15min，预测时长0-240h，更新频率每天4次，空间分辨率3\*3公里 |
| 极端天气预警 | 功能 | 模拟数据验证：  通过模拟数据遍历所有极端天气预警状态、类型和等级，将模拟消息发布到Kafka ,验证风暴模式全流程逻辑是否与需求一致 | 1、系统支持规格范围内的极端天气类型，风暴模式全流程处理逻辑与需求一致 |
| 真实数据验证：  1、基于测试环境部分家庭所在省市区存在气象预警这一前置条件，监测是否有极端天气预警消息推送，小程序是否引导用户开启风暴模式自动启动开关；  2、检查储能电池状态；  3、预警消息更新（预警类型/级别）检查储能电池状态；  4、预警解除，检查储能电池状态（验证光伏富余和不富余两种场景下储能电池的放电情况） | 1、系统推送极端天气预警消息到小程序端，引导用户开启风暴模式自动启动开关；  2、储能电池正常充电，SOC值随时间升高  3、预警状态更新期间风暴模式持续稳定运行，储能电池只充不放  4、预警解除后，若光伏富余则优先消纳实时光伏发电电量，若光伏不富余则储能电池放电供家庭负载使用 |
| 效果 | 选取至少三个有气象预警的站点（冬季北方高频气象灾害如暴雪），与中央气象台官网极端天气预警事件标题、内容、状态、类型、等级以及生效/结束时间进行比对 | 与中央气象台数据相比准确率不低于99%，极端天气预警信息以国家气象局中央气象台实时更新为准 |

自有算法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **测试项** | | | **测试方法** | **判定标准** |
| 智慧用能 | 用电建议 | 功能 | 光伏发电富余时段 | 初始按默认电器特性推送建议并采纳 |
| 光伏发电富余时段，模拟用户白天经常（如每天至少使用一次）在非富余时段使用某电器 | 推送和此电器相关的建议并采纳 |
| 光伏发电富余时段，模拟用户白天较少（如平均每3天使用一次）使用某电器 | 不推送和此电器相关的建议 |
| 光伏发电不足时段， | 不推送建议 |
| 更改挂载设备类型 | 用电建议不再结合历史设备用能数据分析，结合新挂载的设备用能数据分析 |
| 效果 | 以生产环境现有家庭电站为测试样本，结合真实的阳光云实时数据和用能行为模拟数据，后端进行处理并基于某一被测月份调用算法服务接口，对输出结果进行统计分析，求得此电器基于用电建议被采纳后的月度用电成本，与初始用电行为对应的月度用电成本进行比较，计算结果在Web端可视化展示 | 6种设备类型（洗衣机、烘干机、新风、充电桩、扫地机人、热水器），每种设备对应的用电建议被采纳并执行后，都能有效降低月度用能成本 |
| 性能 | 基于模拟数据，在1min内调用10000次智能建议算法接口 | 算法服务能正确响应10000次用电建议请求 |
| 充电桩纯绿电充电 | 功能 | 模式启动，并网类型余电上网，构建以下测试场景：  【初始】初始光伏发电功率＞最小充电功率，且光伏发电功率＞最大充电功率；  【运行中】若最小充电功率＜光伏发电功率＜最大充电功率；  【运行中】若光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段在7：30-16：30之间；  【运行中】若光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段不在7：30-16：30之间 | 【初始】充电桩输出功率=最大充电功率，能量流向：光伏组件→逆变器→充电桩；  【运行中】充电桩输出功率=光伏发电功率；  【运行中】充电桩输出功率=最小充电功率（不够的功率取储能或市电，算法不关注）  【运行中】充电正常结束，充电桩能量流向置空 |
| 模式启动，并网模式余电上网，构建以下测试场景：  【初始】若最小充电功率＜光伏发电功率＜最大充电功率；  【运行中】若光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段在7：30-16：30之间；  【运行中】若光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段不在7：30-16：30之间 | 【初始】充电桩输出功率=光伏发电功率，能量流向：光伏组件→逆变器→充电桩；  【运行中】验证充电桩输出功率=最小充电功率（不够的功率取储能或市电，算法不关注）；  【运行中】验证充电正常结束，能量流向置空 |
| 模式启动，并网类型余电上网，构建以下测试场景：  【初始】若光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段在7：30-16：30之间；  【运行中】若光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段不在7：30-16：30之间 | 【初始】验证充电桩输出功率=最小充电功率（不够的功率取储能或市电，算法不关注），能量流向：光伏组件→逆变器→充电桩；  【运行中】验证充电是否正常结束，首页能量流向无充电桩 |
| 模式启动，并网类型余电上网，构建以下测试场景：  【初始】若光伏发电功率＜最小充电功率 | 【初始】验证纯绿电模式启动失败（页面应有相关提示），首页能量流向无充电桩 |
| 模式启动，并网类型不馈网，储能SOC＞95，构建以下测试场景：  【初始】检查充电桩输出功率；  【运行中】储能SOC降至90，光伏发电功率＞最大充电功率；  【运行中】最小充电功率＜光伏发电功率＜最大充电功率；  【运行中】光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段在7：30-16：30之间，  【运行中】光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段不在7：30-16：30之间 | 【初始】验证充电桩输出功率=最大充电功率；  【运行中】验证充电桩输出功率=最大充电功率；  【运行中】验证充电桩输出功率=光伏发电功率；  【运行中】验证充电桩输出功率=最小充电功率（不够的功率取储能或市电，算法不关注）；  【运行中】 验证此时纯绿电模式自动关闭，充电结束，首页无流向充电桩的能量流 |
| 模式启动，并网类型不馈网，储能SOC≤95，构建以下测试场景：  【初始】光伏发电功率＞最大充电功率；  【运行中】最小充电功率＜光伏发电功率＜最大充电功率；  【运行中】光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段在7：30-16：30之间；  【运行中】光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段不在7：30-16：30之间 | 【初始】验证充电桩输出功率=最大充电功率；  【运行中】验证充电桩输出功率=光伏发电功率；  【运行中】验证充电桩输出功率=最小充电功率（不够的功率取储能或市电，算法不关注）；  【运行中】验证充电是否正常结束，首页能量流向无充电桩 |
| 模式启动，并网类型不馈网，储能SOC≤95，构建以下测试场景：  【初始】最小充电功率＜光伏发电功率＜最大充电功率；  【运行中】光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段在7：30-16：30之间；  【运行中】光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段不在7：30-16：30之间 | 【初始】验证充电桩输出功率=光伏发电功率；  【运行中】验证充电桩输出功率=最小充电功率（不够的功率取储能或市电，算法不关注）；  【运行中】验证充电是否正常结束，能量流向置空 |
| 模式启动，并网类型不馈网，储能SOC≤95，构建以下测试场景：  【初始】光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段在7：30-16：30之间；  【运行中】光伏发电功率＜最小充电功率且当前时段不在7：30-16：30之间 | 【初始】验证充电桩输出功率=最小充电功率（不够的功率取储能或市电，算法不关注）；  验证充电是否正常结束，首页能量流向无充电桩 |
| 模式启动，并网类型不馈网，储能SOC≤95，构建以下测试场景：  【初始】光伏发电功率＜最小充电功率 | 【初始】验证纯绿电模式启动失败（页面应有相关提示），首页能量流向无充电桩 |
| 性能 | 基于模拟数据，在1min内调用10000次充电桩纯绿电充电算法接口 | 算法服务能正确响应10000次充电桩纯绿电充电请求 |
| 充电桩智能取车 | 功能 | 指定预约时间、取车时间、以及充电电量，验证白天有光伏且有光伏富余场景 | 1. 若能达标，充电电量优先取光伏富余 2. 若不能达标，提示用户不能达标，充电桩状态为在线可用 |
| 验证白天有光伏且无光伏富余、有储能场景 | 1. 若能达标，充电电量优先取储能 2. 若不能达标，提示用户不能达标，充电桩状态为在线可用 |
| 验证白天有光伏且无光伏富余、无储能场景 | 1. 若能达标，充电电量优先取市电（预约时间→取车时间充电时段优先级：深、谷、平、峰、尖） 2. 若不能达标，提示用户不能达标，充电桩状态为在线可用 |
| 验证夜晚无光伏且有储能场景 | 1. 若能达标，充电电量优先取储能 2. 若不能达标，提示用户不能达标，充电桩状态为在线可用 |
| 验证夜晚无光伏且无储能场景 | 1. 若能达标，充电电量优先取市电（预约时间→取车时间充电时段优先级：深、谷、平、峰、尖） 2. 若不能达标，提示用户不能达标，充电桩状态为在线可用 |
| 效果 | 智能取车月成本降低率摸底 | 按月统计，基于每次充入相同电量，分别使用智能取车模式和立即充电模式，下评估智能取车是否降低成本。使用均方根误差公式，相关比值：使用智能取车降低成本的充电次数/总充电次数 |
| 性能 | 基于模拟数据，在1min内调用10000次充电桩智能取车算法接口 | 算法服务能正确响应10000次充电桩智能取车请求 |
| 空调预冷预热 | 功能 | 密闭空间环境（测试环境为园区3号楼四楼会议室），设置回家时间以及温度（空调当前性能足以使室温达到预设的温度），时间到达后通过温度传感器实测结合调用涂鸦云实时数据接口，获取空调回风口温度 | 在回家时间前达到设定温度(±3℃，以空调采集温度为准 )，空调采集温度首次达到用户设定温度的时间，不早于目标时间（用户设定的回家时间）前30分钟 |
| 密闭空间环境（测试环境为园区3号楼四楼会议室），设置回家时间以及温度（空调当前性能不足以使室温达到预设的温度），时间到达后通过温度传感器实测结合调用涂鸦云实时数据接口，获取空调回风口温度 | 在回家时间前无法达到设定温度(±3℃，以空调采集温度为准 ) |
| 性能 | 基于模拟数据，在1min内调用10000次充电桩智能取车算法接口 | 1、算法服务能正确响应10000次充电桩智能取车请求 |
| 安全用能 | 风暴模式 | 1. 通过模拟数据构造极端天气（类型遍历极端天气列表），检查系统是否推送将逆变器切换至风暴模式的相关提示。 2. 用户采纳建议，“风暴模式”启动后，监测储能电池工作状态 3. 极端天气结束后，检查系统风暴模式状态，监测储能电池工作状态 | | 1、用户收到切换风暴模式提示信息  2、储能系统按最大能力、最快速地充电至SOC上限，此模式下储能电池不放电。  3、系统自动回到常规智能模式（最大自发自用）模式，储能电池恢复至正常充放电 |
| 智能备电 | 1. 手动在小程序页面将逆变器切换至智能备电模式，实时监测储能电池工作状态 2. 模式切换回常规智能模式，监测储能电池后续工作状态 | | 1. 储能系统按最大能力、最快速地充电至SOC上限，此模式下储能电池不放电； 2. 储能电池恢复至正常充放电 |
| 漏电流趋势预警 | 1、验证同一工况下（工况是指：负荷回路、取电相序、电流/功率上升数据），连续出现三次瞬时漏电流增加值＞5mA，验证系统是否正确推送趋势预警信息；  2、连续三天漏电流呈上升趋势，每日最大漏电流均＞30mA，且漏电流累计增加值＞5mA，验证系统是否正确推送趋势预警信息。 | | 1、系统正确推送漏电流趋势预警信息  2、系统正确推送漏电流趋势预警信息 |
| 漏电流告警 | 1、分别设置常规负荷回路、重要负荷回路漏电流告警值100mA、保护值300mA，使用电气测试仪构造各回路漏电流超过阈值，验证系统是否正确推送漏电流告警信息 | | 1、Web端漏电流告警阈值配置成功，小程序收到正确的漏电流告警信息 |
| 漏电流保护 | 1、分别设置常规负荷回路、重要负荷回路漏电流保护值300mA，使用电气测试仪构造各回路漏电流超过阈值，验证系统是否正确推送漏电流保护信息 | | 1、Web端漏电流保护阈值配置成功，小程序收到正确的漏电流保护信息 |
| 过流告警 | 1、分别设置常规负荷回路过流告警值63A，重要负荷回路过流告警值37A，使用电气测试仪构造各回路电流超过阈值，验证系统是否正确推送过流告警信息 | | 告警阈值32~63A可设置，步长1A；告警阈值25~38A可设置，步长1A。系统正确推送过流告警信息 |
| 过流保护 | 1、分别设置常规负荷回路过流保护值80A，重要负荷回路过流保护值63A，使用电气测试仪构造各回路电流超过阈值，验证系统是否正确推送过流保护信息 | | 保护阈值32~80A可设置，步长1A；保护阈值32~63A可设置，步长1A。系统正确推送过流保护信息 |
| 欠压告警 | 1、分别设置常规负荷回路、重要负荷回路欠压告警值207V，使用电气测试仪构造各回路电压超过阈值，验证系统是否正确推送欠压告警信息 | | 告警阈值161V~219V可设置，步长1V；系统正确推送欠压告警信息 |
| 过压告警 | 1、分别设置常规负荷回路、重要负荷回路过压告警值246V，使用电气测试仪构造各回路电压超过阈值，验证系统是否正确推送过压告警信息 | | 告警阈值242V~275V可设置，步长1V；系统正确推送过压告警信息 |

##### 电气测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **测试需求项** | | | **规格要求** | **重要等级** |
| 智能配电箱+空调控制器+智能插座环境测试 | | 高温运行 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 低温运行 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 高低温循环 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 恒定湿热运行 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 温升试验 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 智能配电箱安规测试 | | 绝缘电阻（IR）测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 工频耐压测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 接地连续性（GB）测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 接触电流测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 防雷保护测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 电气间隙 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 爬电距离测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 电气性能--智能配电箱电器件基础功能 | 智能断路器 | 输出监测 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 监测精度 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 控制功能 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 通讯功能 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 旁路开关 | 双电路切换 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 光伏专用断路器 | 失压脱扣及检有压合闸 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 刀闸 | 刀闸分合及防触电 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 端子排 | 4P端子排安装适配 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 防雷器及防雷开关 | 防雷器及防雷开关防雷性能 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 电表 | 电表装配适配性 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 电气新测试 | 智能插座 | 控制 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 过载保护关断 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 蓝牙、WIFI配网 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 采集、计量功能 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 使用寿命 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 充电桩 | 限功率输出 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 远控启停 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 空调/新风网关 | 适配空调/新风类型 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 通讯方式：WIFI，涂鸦平台 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 配置升级调试：蓝牙+微信小程序 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 远控启停 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 电气新测试--逆变器+电池+光伏板 | 离网运行测试 | 并网口功率 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 备份口带载 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 并离网切换测试 | 由并网切换为离网 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 防孤岛测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 由离网切换为并网 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 电池充放电监测 | 电池充放电策略 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 光伏发电 | 光伏发电功能 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 系统联调 | 生态互联 | 小程序显示控制 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 设备配网时长 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 充电桩 | 立即充电 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 预约充电 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 纯绿电 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 智能充电 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 充电桩限功率策略 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 空调控制 | 空调立即控制 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 预冷预热 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 新风控制 | 新风立即控制 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 预约控制 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 智能插座控制 | 常规控制 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 预约控制 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 智能备电 | 风暴模式运行 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 备电时间 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 安全预警 | 过压告警 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 欠压告警 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 过流告警 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 漏电流告警、保护功能 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 漏电流趋势预警功能 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 家庭供电总回路过载保护功能 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 取电回路过载保护功能 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 逆变器电池引入 | 逆变器和电池组合配置 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 系统界面能量流展示 | 功率监测 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| PV馈网功率方向 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 设备故障提示 | 电站设备（逆变器、储能、充电桩、配电箱） | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 智能配电箱故障诊断 | 智能配电箱故障诊断 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 工况遍历 | 各工况组合测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |
| 资料审查 | | 产品规格书、系统详细设计方案、原型说明书、用户手册、子模块认证报告等相关项目资料 | N/A | 一般 |

##### 结构测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **测试项** | | **测试方法** | **参考标准及测试预期** | **优先级** |
| 线缆槽盒结构测试 | 紫外老化测试 | 1、在紫外老化试验机中进行紫外老化测试，试验机温度设定为60℃， UV-A辐射量为0.76W/m2。  2、紫外老化测试504h后，观察样件表面状态及颜色。 | 参考标准：Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：试件表面无起泡、开裂，涂层无明显色差。 | 中 |
| 高温老化测试 | 1、将样品放入高低温试验机中，在温度60℃、湿度90%条件下持续老化96h。  2、试验结束后观察样品状态。 | 参考标准：《产品规格书》、Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：高温老化试验后，试件表面无起泡、开裂、粉化等异常，涂层无明显色差。 | 高 |
| 热胀冷缩测试 | 1、取1m长线槽，测量其初始长度并记录，并配合接头安装在一平面上；  2、将系统置入高低温试验机，温度设定为60℃，存储48h后，观察线槽及接头状态，取出样品，测量其长度值；  3、同样，将一批1m长线槽至于高低温试验机，温度设定为-40℃，存储48h后，观察线槽及接头状态，取出样品，测量其长度值。 | 参考标准：QB/T 1614-2023  测试预期值：在进行高温、低温试验后，线槽无弯曲、扭曲等明显形变，材料无脆化、起泡等明显失效。在高温、低温环境下，线槽的热胀冷缩不会对接头产生较大的应力而产生脱落、变形等行为。 | 高 |
| 负载变形性能 | 1、取长度250mm线槽试样，按照如下图固定；  2、用螺钉和垫圈将试样安装在刚性支架上，同时装上配件；  3、在线槽内均匀布置线缆，每米线槽所装电缆重量为0.13kg/cm2乘以线槽截面积；  4、将装置整体至于高低温试验箱中，温度设定为60℃，保持2h；  5、取出后立即测量变形Da和Db。 | 参考标准：QB/T 1614-2023  测试预期值：Da≤H/10，且Da≤10mm。Db≤W/10，且Db≤10mm。 | 高 |
| 耐冲击性能 | 1、取长度250mm样件，将其置入高低温试验箱中；  2、在-30℃环境下存储2h（按标准为-5℃，此处加严测试）；  3、准备1kg重物作为落锤，使用底部曲率半径接近300mm的金属物件作为中间垫块；  4、低温存储取出后，立即将线槽置于地面，线槽盖朝下；  5、将中间垫块置于线槽上表面中部，将落锤从100mm高度处落下，冲击中间垫块；  6、同样对于线槽两端进行同样的冲击试验，观察试样状态。 | 参考标准：QB/T 1614-2023  测试预期值：所有试样均无破坏、无裂纹。 | 中 |
| 外负载性能 | 1、取250mm线槽作为试样，安装如下图方式固定在支架上；  2、将整体放在高低温试验箱中，在40℃下保持2h；  3、取出后沿线槽盖面成90°的方向施加100N的负载；  4、保持1min，观察线槽与支架是否脱开。 | 参考标准：QB/T 1614-2023  测试预期值：线槽与盖不脱开，线槽与支架不脱开。 | 高 |
| 高低温循环测试 | 1、取1m长线槽，测量其初始长度并记录，，并配合接头安装在一平面上；  2、将线槽置入高低温试验机，温度设定为-40～60℃，共计循环20次；  3、试验完成后，观察线槽及接头状态，取出线槽，测量其长度值。 | 参考标准：QB/T 1614-2023  测试预期值：在进行高低温循环试验后，线槽无弯曲、扭曲等明显形变，材料无脆化、起泡等明显失效。在高温、低温环境下，线槽的热胀冷缩不会对接头产生较大的应力而产生脱落、变形等行为。 | 高 |
| 线槽使用率测试 | 1、在正常使用情况下，测量线缆槽盒断面面积及线缆截面面积。  2、计算线槽使用率。 | 参考标准：JGJ16-2008《民用建筑电气设计规范》  测试预期值：金属线槽使用率须在20%以内。 | 高 |
| 支座及挂钩测试 | 防水方案防水测试 | 1、由上到下按照实际施工方案搭建水泥屋面（0.5m\*0.5m\*0.12m）、挂钩、防水卷材（层数与施工方案一致）、保温层（厚度及大小与实际施工方案一致）、钢筋混凝土屋面测试平台；  2、搭建淋水设施，对设备施加暴雨强度的淋水（7.28L/（s\*100m2））。  3、拆除测试平台最底层钢筋混凝土，观察保温层底部是否有水渍渗出。  4、试验后观察水泥屋面下方是否有水渍渗出。 | 参考标准：《建筑与市政工程防水通用规范》（GB55030-2022）。  测试预期值：需达到一级防水标准，即必须含有三道或三道以上的防水处理，且防水卷材层不小于1道，保温层下方不得有水渍渗出。 | 高 |
| 隔热测试 | 1、按照实际施工方案搭建水泥屋面（0.5m\*0.5m\*0.12m）、挂钩、隔热防水材料（厚度及大小与实际施工方案一致）、防水卷材（层数与施工方案一致）测试结构，使用塑料板对其周围进行阻挡密封。  2、搭建水泥屋面、挂钩、防水卷材对比测试结构（相比于1，在隔热防水材料位置使用水泥直接浇筑），使用塑料板对其周围进行阻挡密封。  3、在挂钩表面进行加热，加热至70℃。  4、使用安捷伦测温设备对水泥屋面下方温度进行监测。 | 参考标准：《产品规格书》、GB/T 10294-2008绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法  测试预期值：有隔热材料的结构，其水泥屋面下方的温度应低于无隔热材料的结构。 | 高 |
| 挂钩抗拉测试 | 1、设计工装，用于固定挂钩，并记录挂钩在竖直方向上的初始尺寸；  2、将工装固定于拉力机上，并使拉力机以2mm/s的速度施加拉力；  3、在拉力值达到1.8kN时，测量挂钩在竖直方向上的变形尺寸，与挂钩初始尺寸进行对比，作为挂钩弹性变形量；  4、使拉力机缓慢复位，在卸载后，测量挂钩竖直方向上的试验后尺寸；  5、将挂钩竖直方向上试验前后的尺寸进行对比，作为挂钩是否发生塑性变形的依据。 | 参考标准：《产品规格书》、仿真结果  测试预期值：在拉力值达到1.4kN时，挂钩无塑性变形，弹性变形挠度不超过6%。在拉力值达到1.8kN时，挂钩塑性变形不超过5%。 | 高 |
| 挂钩抗压测试 | 1、设计工装，用于固定挂钩，并记录挂钩在竖直方向上的初始尺寸；  2、将工装固定于拉力机上，并使拉力机以2mm/s的速度施加压力；  3、在压力值达到1.4kN时，测量挂钩在竖直方向上的变形尺寸，与挂钩初始尺寸进行对比，作为挂钩弹性变形量；  4、卸载，测量挂钩竖直方向尺寸，与初始尺寸对比，不应有塑性变形。  5、重新施加压力至1.8kN，并卸载，测量挂钩竖直方向上的试验后尺寸；  6、将挂钩竖直方向上试验前后的尺寸进行对比，作为挂钩是否发生塑性变形的依据。  7、重新施加压力至2.4kN，测量挂钩顶部结构（因挂钩顶部结构与挂钩本体设计值不同，因此需要分开测试）弹性变形值，卸载后判断是否发生塑性变形；  8、重新施加压力至3.0kN，并卸载，判断挂钩顶部结构是否发生塑性变形。 | 参考标准：《产品规格书》、仿真结果  测试预期值：在压力值达到1.4kN时，挂钩无塑性变形，弹性变形挠度不超过6%。在压力值达到1.8kN时，挂钩无塑性变形。在压力值达到2.4kN时，挂钩顶部结构无塑性变形，弹性变形挠度不超过6%。在压力值达到3.0kN时，挂钩顶部结构无塑性变形。 | 高 |
| 配电箱结构测试 | 振动测试 | 1、将样品固定于振动试验台，进行带包装振动。  2、试验后检查样机内部器件状态。 | 参考标准：GB/T 2423.10-2008 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）  测试预期值：经振动测试后，样品内无器件脱落、松动。 | 中 |
| 防水测试 | 1、将配电箱使用现场实际使用的密封端子密封，进行IP65等级防水测试。  2、试验完成后擦干表面，检查样机内部。 | 参考标准：GB 4208-2008 外壳防护等级(IP代码)  测试预期值：经防水测试后，样品内部应无水渍渗入。 | 高 |
| 防尘测试 | 1、将配电箱使用现场实际使用的密封端子密封，进行IP65等级防尘测试。  2、试验完成后检查样机内部是否有灰尘进入。 | 参考标准：GB 4208-2008 外壳防护等级(IP代码)  测试预期值：经防尘测试后，样品内部应无灰尘进入。 | 高 |
| 挂耳承载测试 | 1、样品通过挂板安装在支架上，通过在顶部加砝码模拟外部施加4倍自重外力。  3.持续时间24h，检查挂耳状态。 | 参考标准：NB/T 32004-2018 光伏并网逆变器技术规范  测试预期值：经挂耳承载测试后，样品挂耳应无折弯、变形等异常。 | 中 |
| 紫外老化测试 | 1、在紫外老化试验机中进行紫外老化测试，试验机温度设定为60℃， UV-A辐射量为0.76W/m2。  2、紫外老化测试504h后，观察样件表面状态及颜色。 | 参考标准：Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：试件表面无起泡、开裂，涂层无明显色差。 | 高 |
| 盐雾测试 | 1、将样品放入盐雾试验机中，盐水浓度为5%。  2、进行C3等级交变盐雾试验，共计进行144h，试验结束用清水冲洗后，放置干燥2h，观察样品状态。 | 参考标准：Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：盐雾试验后，试件表面无明显腐蚀或锈迹。 | 高 |
| 堆码静载荷测试 | 1、将样品带包装至于堆码静载荷试验机上。  2、据公式TL =Wt × (S − 1) × f × 9.8计算后对包装施加载荷24h，（施压压力值N=包装件自身重量kg×（外包装标识的允许的码垛层数-1）×安全系数通常为2×9.8）检查包装状态。 | 参考标准：Q/SUNGROW 097 2023运输包装件测试规范 V1.3  测试预期值：堆码静载荷测试后，包转外观应无变形、凹坑等失效现象。 | 中 |
| 丝印耐久性测试 | 1、取样机，使用蘸上75%浓度酒精的白纱布擦拭样机丝印（往返30个来回，约15秒）。  2、检查丝印图案、颜色，用手触摸丝印，观察及状态。 | 参考标准：Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：测试后丝印图案不断裂，颜色不变淡。丝印不黏手。 | 中 |
| 膜厚测试 | 1、使用膜厚仪进行测试，每个面不少于3个测点，各面均测试。  2、记录测试数据。 | 参考标准：《产品规格书》、Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：平均膜厚不小于80μm，局部膜厚不小于75μm。 | 高 |
| 涂层附着力测试 | 1、试验涂层上切6道平行切痕，然后再切与前者垂直，间距深度相同的切痕6道形成＃字格。  2、用软刷轻扫表面，用长度75mm、宽度25mm、粘着力（10±1）N/25mm的胶带去粘，从胶带中间与划线呈平行放在格子上，并至少留有20mm长度在格子外以用手抓着，用手指摩平胶带。  3、在贴上胶带5min以内，抓着胶带的一头，在0.5~1.0s内，以接近60°角撕开胶带。保留胶带作为参考，检查切割部位的状态。 | 参考标准：Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：试验后检查切割部位状态，涂层附着力需达到1级及以上。 | 高 |
| 整机线缆安装测试 | 1、进行实际安装，主观判断是否有难安装、易搞混等现象。  2、收集安装人员建议。 | 参考标准：《产品规格书》  测试预期值：安装应当能够做到简便、准确。 | 高 |
| 尺寸测试 | 1、使用卷尺测量配电箱尺寸。  2、记录数据。 | 参考标准：《产品规格书》  测试预期值：产品规格满足600×500×185mm。 | 高 |

##### 工况摸底测试

基于光储充完备场景，详细的整体工况测试方案见附件。当前测试环境为公司园区，测试资源有限，真实家庭别墅目前已在洽谈中，预计于2025/01/20完成相关场地租赁等合同签订，规划TR4阶段针对自发自用不馈网和余电上网两种模式下的光储充完备场景下的正常工况进行测试，TR5阶段再走入实景别墅家庭，进行全场景工况遍历测试。



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **工况场景** | **设备状态** | **测试方法** | **判定标准** |
| 光储充场景 | 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩在线；  其他正常 | 【高优】：  （1）智慧用能、安全用能、小程序各设备状态、能量流向图等全量功能  【低优】：   1. 无 | 各设备状态正常在线，各模块功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩在线；  智能断路器离线；  其他正常 | 【高优】： （1）充电桩接入常规符合回路，验证充电桩功率限值  （2）充电桩接入家庭电表下方，验证充电桩功率限值  （3）验证漏电流预警告警、过流告警、过欠压告警功能  （4）验证智能配电箱远程故障诊断功能 【低优】：  （5）除高优外其余测试项 | 1. 充电桩功率限值=（I阈-（P总/(3Umin×0.9)))×U充1 2. 充电桩功率限值=（I阈-（P总/(3Umin×0.9)))×U充1 3. 配电分回路过流告警功能失效；漏电流预警、告警功能失效；过压、欠压告警功能失效 4. 智能配电箱远程故障诊断功能失效 5. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩在线；  空调单体或网关离线；  其他正常 | 【高优】：   1. 验证用电建议是否推送空调 2. 验证空调遥测遥控功能 3. 验证空调设备运行期间限功率逻辑   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 空调用电建议在本系统中始终为笼统建议，静态文本不受此工况影响，推送逻辑不变 2. 空调遥测遥控功能失效 3. 原有限功率逻辑失效（原有逻辑：限制1.5kw持续10min，之后按正常工况限功率） 4. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩在线；  智能插座离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证智能建议 2. 验证智能插座遥测遥控   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 用电建议不推送离线智能插座挂载的设备信息，其余正常 2. 智能插座遥测遥控失效 3. 其余功能正常 |

##### 断路器云/涂鸦云设备实证

**实证环境：**

**硬件：**

1. 租用一个具备Wi-Fi的家庭别墅作为测试场地，要求至少包含中央空调、洗衣机、电热水器等主要家电设备。
2. 使用涂鸦平台支持的智能插座和智能断路器，确保所有设备均连接到阳光家庭能源小程序iHomePow2.0中。
3. 设置园区充电桩的逻辑接入位置，根据需求选择智能断路器或单独电表所在回路，保证充电桩限功率逻辑可以正常工作。

**软件：**

1. 以小程序体验版环境现有家庭为测试引用站点，阳光云设备家庭发用电数据每日自动更新，结合家用电器（洗衣机、电热水器）用电行为数据，在Web端可视化展示洗衣机、电热水器等设备在采纳用电行为前后的用能成本。
2. 提前配置重要负荷、常规负荷回路各项阈值（漏电预警/告警/关断；过载告警/关断、过欠压告警）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试项** | **测试方法** | **判定标准** |
| 断路器在线-过流告警、保护 | 设置特定阈值，当电流超过设定值时，检查告警和关断功能是否按预期触发，确认小程序端是否收到消息通知，对应回路开关按钮是否禁用 | 小程序正确收到消息通知，触发关断后回路开关控制按钮禁用 |
| 断路器在线-漏电预警、告警、保护 | 使用专业漏电仪持续监测，验证漏电采集精度。设置特定阈值，当漏电流超过设定值时，检查预警、告警和关断功能是否按预期触发，确认小程序端是否收到消息通知，对应回路开关按钮是否禁用。 | 预警、告警、关断功能正确触发，小程序正确收到消息通知，触发关断后回路开关控制按钮禁用 |
| 断路器在线-过欠压告警 | 设置特定阈值，模拟过高或过低电压输入，确认小程序端是否收到告警消息通知 | 小程序正确收到过压、欠压告警消息通知 |
| 断路器离线-过流保护 | 测试在断路器网关离线情况下，重要负荷和常规负荷的过流保护功能是否仍能正常运作 | 触发过流保护后断路器正常关断 |
| 断路器离线-漏电保护 | 测试在断路器网关离线情况下，重要负荷和常规负荷的漏电保护功能是否仍能正常运作 | 触发漏电保护后断路器正常关断 |
| 涂鸦云设备遥测遥控 | 每日规律开启中央空调、洗衣机、电热水器，模拟实际用电行为，验证远程控制功能的稳定性和可靠性 | 设备长时间运行遥测遥控功能稳定 |
| 预冷预热 | 基于真实别墅家庭室内场景，验证中央空调预冷预热算法的效果，记录温度变化曲线，评估舒适度改善情况。 | 在空调性能、用户到家时间设置合理的情况下，每天早中晚各测三次，预冷预热功能均达标 |
| 充电桩限功率 | 实施1.5kW功率限制实验，观察充电过程中的表现，确保不会因超载而引发安全隐患 | 限功率过程符合各场景预期 |
| 安全相关电气数据监测 | 连续两周收集真实家庭配电分回路的电气数据，重点分析漏电、过流、过压、欠压等事件的发生频率和处理效率 | 数据成功采集入库 |
| 智能相关电气数据监测 | 连续两周收集真实家用电器（洗衣机、电热水器）的实时功率数据，使用电建议推送更加合理 | 数据成功采集入库 |

#### TR5阶段

##### 电气测试

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试需求项** | | **规格要求** | **重要等级** |
| 智能配电箱电磁兼容测试 | 传导发射测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 辐射发射测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 静电放电抗扰度测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 浪涌冲击抗扰度测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 传导正弦波电压或电流 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 辐射抗扰度测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 电快速瞬变脉冲群抗扰度测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 低于 150kHz 频率范围内的共模传导骚扰 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 一般 |
| 系统联调稳定性测试 | 7\*24h系统连续运行测试 | 符合《TR2-产品规格书（阳光家庭能源iHomePow V2）》 | 重要 |

##### 结构测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **测试项** | | **测试方法** | **参考标准及测试预期** | **优先级** |
| 美观罩子结构测试 | 紫外老化测试 | 1、在紫外老化试验机中进行紫外老化测试，试验机温度设定为60℃， UV-A辐射量为0.76W/m2。  2、紫外老化测试504h后，观察样件表面状态及颜色。 | 参考标准：Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：试件表面无起泡、开裂，涂层无明显色差。 | 高 |
| 盐雾测试 | 1、将样品放入盐雾试验机中，盐水浓度为5%。  2、进行C4等级交变盐雾试验，共计进行480h，试验结束用清水冲洗后，放置干燥2h，观察样品状态。 | 参考标准：Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：盐雾试验后，试件表面无明显腐蚀或锈迹。 | 高 |
| 高温老化测试 | 1、将样品放入高低温试验机中，在温度60℃、湿度90%条件下持续老化96h。  2、试验结束后观察样品状态。 | 参考标准：《产品规格书》、Q/SUNGROW 080-2022户外产品涂层工艺技术规范  测试预期值：高温老化试验后，试件表面无起泡、开裂、粉化等异常，涂层无明显色差。 | 高 |
| 热胀冷缩测试 | 1、取安装好的美观罩子（或部分），测量其初始长度并记录；  2、将系统置入高低温试验机，温度设定为60℃，存储48h后，观察美观罩子状态，取出样品，测量其长度值；  3、同样，将一批美观罩子至于高低温试验机，温度设定为-40℃，存储48h后，观察样品状态，取出样品，测量其长度值。 | 参考标准：QB/T 1614-2023  测试预期值：在进行高温、低温试验后，美观罩子无弯曲、扭曲等明显形变，涂层无脆化、起泡等明显失效。在高温、低温环境下，材料的热胀冷缩不会产生较大的应力而产生脱落、变形等行为。 | 中 |
| 高低温循环测试 | 1、取安装好的美观罩子（或部分），测量其初始长度并记录；  2、将样品置入高低温试验机，温度设定为-40～60℃，共计循环20次；  3、试验完成后，观察样品状态，取出线槽，测量其长度值。 | 参考标准：QB/T 1614-2023  测试预期值：在进行高低温循环试验后，样品无弯曲、扭曲等明显形变，涂层无脆化、起泡等明显失效。在高温、低温环境下，线槽的热胀冷缩不会对接头产生较大的应力而产生脱落、变形等行为。 | 中 |
| 散热测试 | 1、按现场实际安装情况，安装美观罩子及配电箱，作为对比组，还需安装一配电箱（无美观罩子）；  2、在配电箱箱体及周围布置测温传感器；  3、配线箱正常运行，监测有无美观罩子的配电箱内部及箱体、周围环境温度，进行对比。 | 参考标准：《产品规格书》  测试预期值：美观罩子应当有足够的散热性能，带美观罩子的配电箱，其箱体、箱内、箱外环境温度应当与不带美观罩子的配电箱相近，不超过罩子内电气件规定的最高运行温度。 | 高 |
| 支座及挂钩测试 | 老化后的防水方案防水测试 | 1、由上到下按照实际施工方案搭建水泥屋面（0.5m\*0.5m\*0.12m）、挂钩、防水卷材（层数与施工方案一致）、保温层（厚度及大小与实际施工方案一致）、钢筋混凝土屋面测试平台；  2、将平台置入高低温试验箱内，对其进行加速老化试验，试验机温度设定为90℃，持续老化41h；  3、之后对平台置入高低温试验箱内，进行高低温循环试验，温度设定为-40℃～80℃，循环10次。  4、搭建淋水设施，对设备施加暴雨强度的淋水（7.28L/（s\*100m2））。  5、拆除测试平台最底层钢筋混凝土，观察保温层底部是否有水渍渗出。  6、试验后观察水泥屋面下方是否有水渍渗出。 | 参考标准：《建筑与市政工程防水通用规范》（GB55030-2022）。  测试预期值：需达到一级防水标准，即必须含有三道或三道以上的防水处理，且防水卷材层不小于1道，保温层下方不得有水渍渗出。 | 高 |
| 其他 | 美观测试及用户体验主观测试 | 观察现场安装情况，并收集各方意见，记录是否会产生用户体验不佳的问题，例如：  1、产品美观效果是否符合用户审美。  2、美观罩子等安装是否易造成墙面或其他用户资产损坏问题，等。 | 参考标准：无  测试预期值：产品安装及施工不应使用户原有资产受到损坏，用户应对产品外观及可靠性整体满意。 | 高 |

##### 兼容性测试

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **测试项** | | **测试方法** | **判定标准** |
| 软件兼容 | 微信版本兼容性 | 使用TestIn云测平台模拟多种微信版本（包括最新版和过去2个主要版本），使用专用微信账号登录并操作小程序 | 支持微信V6.7.4及以上版本，小程序界面完整，功能正常运作，无明显错误或异常行为；所有交互元素响应正确 |
| 主流机型兼容性 | 使用TestIn云测平台选择市场上销量最高的20款机型进行测试，机型选取策略倾向于高端或旗舰机型（如iPhone 14 Pro Max, Samsung Galaxy S23 Ultra, Huawei Mate 60 Pro等）。 | 小程序和Web端在所有选定机型上均能正常启动、运行，界面布局无错乱，功能完整可用。 |
| 屏幕尺寸与分辨率 | 针对别墅用户可能会使用的较大屏手机和平板电脑（例如iPad Air, Samsung Galaxy Tab S8+）设备进行适配测试。 | 用户界面元素能够根据屏幕尺寸和分辨率自动调整，保持良好的用户体验，避免内容被裁剪或遮挡。 |
| Web端浏览器兼容性 | 在TestIn平台上选择主流浏览器（如Chrome, Firefox,360安全浏览器, Edge等）进行测试 | 谷歌浏览器支持chrome100及以上；显示器分辨率支持1920\*1080；360浏览器支持极速版14.0版本以上 |
| 车辆兼容 | 主流车型兼容性 | 参考家庭能源市场部现有客户家庭用车品牌清单，同时结合市面主流新能源车企如特斯拉、保时捷、奔驰、宝马、奥迪、蔚来、小鹏、理想、比亚迪、红旗等选取至少10个品牌及对应型号车辆，连接充电桩并启动充电，监测充电周期内功率输出情况以及限功率逻辑 | 小程序在所有选定车型上均能正常启动、运行，四种充电模式以及限功率功能完整可用。 |

##### 工况实证测试

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **工况场景** | **设备状态** | **测试方法** | **判定标准** |
| 光储充场景 | 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩在线；  其他正常 | 【高优】：  （1）智慧用能、安全用能、小程序各设备状态、能量流向图等全量功能  【低优】：   1. 无 | 各设备状态正常在线，各模块功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩在线；  智能断路器离线；  其他正常 | 【高优】： （1）充电桩接入常规符合回路，验证充电桩功率限值  （2）充电桩接入家庭电表下方，验证充电桩功率限值  （3）验证漏电流预警告警、过流告警、过欠压告警功能  （4）验证智能配电箱远程故障诊断功能 【低优】：  （5）除高优外其余测试项 | 1. 充电桩功率限值=（I阈-（P总/(3Umin×0.9)))×U充1 2. 充电桩功率限值=（I阈-（P总/(3Umin×0.9)))×U充1 3. 配电分回路过流告警功能失效；漏电流预警、告警功能失效；过压、欠压告警功能失效 4. 智能配电箱远程故障诊断功能失效 5. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩在线；  空调单体或网关离线；  其他正常 | 【高优】：   1. 验证用电建议是否推送空调 2. 验证空调遥测遥控功能 3. 验证空调设备运行期间限功率逻辑   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 空调用电建议在本系统中始终为笼统建议，静态文本不受此工况影响，推送逻辑不变 2. 空调遥测遥控功能失效 3. 原有限功率逻辑失效（原有逻辑：限制1.5kw持续10min，之后按正常工况限功率） 4. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩在线；  智能插座离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证智能建议 2. 验证智能插座遥测遥控   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 用电建议不推送离线智能插座挂载的设备信息，其余正常 2. 智能插座遥测遥控失效 3. 其余功能正常 |
| 光储场景 | 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证智能建议 2. 验证充电桩遥测遥控 3. 验证充电桩限功率功能 4. 验证能量流图   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 用电建议不推送充电桩信息 2. 充电桩遥测遥控失效 3. 充电桩限功率功能失效 4. 无流向充电桩的能量流 5. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩离线；  智能断路器离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证智能建议 2. 验证充电桩遥测遥控 3. 验证充电桩限功率功能 4. 验证能量流图 5. 验证分回路过流告警、漏电流预警告警、过欠压告警功能 6. 验证智能配电箱远程故障诊断   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 用电建议不推送充电桩信息 2. 充电桩遥测遥控失效 3. 充电桩限功率功能失效 4. 无流向充电桩的能量流 5. 分回路过流告警功能失效、漏电流预警告警失效、过欠压告警失效 6. 智能配电箱远程故障诊断功能失效 7. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩离线；  空调单体或网关离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证智能建议 2. 验证充电桩遥测遥控 3. 验证充电桩限功率功能 4. 验证空调遥测遥控功能 5. 验证能量流图   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 用电建议不推送充电桩信息 2. 充电桩遥测遥控失效 3. 充电桩限功率功能失效 4. 空调遥测遥控失效 5. 无流向充电桩的能量流 6. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池在线；  充电桩离线；  智能插座离线；  其他正常 | 【高优】  （1）验证智能建议  （2）验证充电桩遥测遥控  （3）验证充电桩限功率功能  （4）验证智能插座遥测遥控功能  （5）验证能量流图  【低优】  （6）除高优外其余测试项 | 1. 用电建议不推送充电桩和智能插座挂载的设备信息 2. 充电桩遥测遥控失效 3. 充电桩限功率功能失效 4. 智能插座遥测遥控失效 5. 无流向充电桩的能量流 6. 其余功能正常 |
| 光充场景 | 逆变器在线；  储能电池离线；  充电桩在线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证储能电池预警功能、智能备电功能、风暴模式功能 2. 验证能量流图   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 储能电池预警、智能备电、风暴模式功能失效 2. 无流向储能电池的能量流 3. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池离线；  充电桩在线；  智能断路器离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证储能电池预警功能、智能备电功能、风暴模式功能 2. 验证充电桩接入常规负荷和家庭电表下方回路时的限功率逻辑 3. 验证分回路过流告警、漏电流预警告警、过欠压告警功能 4. 验证智能配电箱远程故障诊断功能 5. 验证能量流图   【低优】  （6）除高优外其余测试项 | 1. 储能电池预警、智能备电、风暴模式功能失效 2. 充电桩功率限值=（I阈-（P总/(3Umin×0.9)))×U充1 3. 分回路过流告警失效、漏电流预警告警失效、过欠压告警失效 4. 智能配电箱远程故障诊断失效 5. 无流向储能电池的能量流 6. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池离线；  充电桩在线；  空调单体或网关离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证储能电池预警功能、智能备电功能、风暴模式功能 2. 验证空调遥测遥控功能 3. 验证能量流图   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 储能电池预警、智能备电、风暴模式功能失效 2. 空调遥测遥控失效 3. 无流向储能电池的能量流 4. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池离线；  充电桩在线；  智能插座离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证储能电池预警功能、智能备电功能、风暴模式功能 2. 验证用电建议 3. 验证智能插座遥测遥控功能 4. 验证能量流图   【低优】  （5）除高优外其余测试项 | 1. 储能电池预警、智能备电、风暴模式功能失效 2. 用电建议不包含离线的智能插座挂载的设备信息 3. 智能插座遥测遥控失效 4. 无流向储能电池的能量流 5. 其余功能正常 |
| 纯光场景 | 逆变器在线；  储能电池离线；  充电桩离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证智能建议 2. 验证充电桩遥测遥控和限功率功能 3. 验证储能电池预警、智能备电、风暴模式功能 4. 验证能量流图   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 推送的用电建议不包含充电桩 2. 充电桩遥测遥控和限功率功能失效 3. 储能电池预警、智能备电、风暴模式功能失效 4. 无流向储能电池和充电桩的能量流 5. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池离线；  充电桩离线；  智能断路器离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证智能建议 2. 验证充电桩遥测遥控和限功率功能 3. 验证储能电池预警、智能备电、风暴模式功能 4. 验证分回路过流告警、漏电流预警告警、过欠压告警功能 5. 验证智能配电箱远程故障诊断功能 6. 验证能量流图   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 推送的用电建议不包含充电桩 2. 充电桩遥测遥控和限功率失效 3. 储能电池预警、智能备电、风暴模式功能失效 4. 分回路过流告警、漏电流预警告警、过欠压告警功能失效 5. 智能配电箱远程故障诊断功能失效 6. 无流向储能电池和充电桩的能量流 7. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池离线；  充电桩离线；  空调单体或网关离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证智能建议 2. 验证充电桩遥测遥控和限功率功能 3. 验证储能电池预警、智能备电、风暴模式功能 4. 验证空调遥测遥控功能 5. 验证能量流图   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 推送的用电建议不包含充电桩 2. 充电桩遥测遥控和限功率功能失效 3. 储能电池预警、智能备电、风暴模式功能失效 4. 空调遥测遥控功能失效 5. 无流向储能电池和充电桩的能量流 6. 其余功能正常 |
| 逆变器在线；  储能电池离线；  充电桩离线；  智能插座离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证智能建议 2. 验证充电桩遥测遥控和限功率功能 3. 验证储能电池预警、智能备电、风暴模式功能 4. 验证智能插座遥测遥控功能 5. 验证能量流图   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 推送的用电建议不包含充电桩和已离线的智能插座挂载的设备信息 2. 充电桩遥测遥控和限功率功能失效 3. 储能电池预警、智能备电、风暴模式功能失效 4. 智能插座遥测遥控失效 5. 无流向储能电池和充电桩的能量流 6. 其余功能正常 |
| 纯充场景 | 逆变器离线；  储能电池离线；  充电桩在线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证用电建议 2. 验证逆变器预警功能 3. 验证储能电池预警、智能备电和风暴模式 4. 验证充电桩接入常规负荷回路场景下，功率限值 5. 验证入户总回路过流告警功能 6. 验证取电分回路过流告警功能 7. 验证智能配电箱远程故障诊断功能 8. 验证能量流图   【低优】   1. 除高优外其余测试项 | 1. 用电建议不推送 2. 逆变器预警功能失效 3. 储能电池预警、智能备电和风暴模式功能失效 4. 桩未启动充电时，充电桩功率限值=（63-I常-I重-I充）×U充2，I充置0；桩充电中，充电桩功率限值=（63-I常-I重-I充）×U充2 5. 入户总回路过流告警功能失效 6. 取电分回路过流告警功能失效 7. 智能配电箱远程故障诊断功能失效 8. 若充电桩在充电，仅存在从市电到充电桩的能量流 9. 其余功能正常 |
| 逆变器离线；  储能电池离线；  充电桩在线；  智能断路器离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证用电建议 2. 验证逆变器预警功能 3. 验证储能电池预警、智能备电、风暴模式 4. 验证充电桩接入常规负荷场景下，当逆变器离线时的充电桩限功率逻辑 5. 验证充电桩接入常规负荷场景下，当智能断路器离线时的充电桩限功率逻辑 6. 验证充电桩接入家庭电表下方场景下，当智能断路器离线时的限功率逻辑 7. 验证入户总回路和配电分回路过流告警功能、漏电流预警告警、过压欠压告警功能 8. 验证智能配电箱远程故障诊断功能 9. 验证能量流图   【低优】  （10）除高优外其余测试项 | 1. 用电建议不推送 2. 逆变器预警失效 3. 储能电池预警、智能备电、风暴模式功能失效 4. 若充电桩未启动，充电桩功率限值=（63-I常-I重-I充）×U充2，I充置0；若充电桩充电中，充电桩功率限值=（63-I常-I重-I充）×U充2，I充置0 5. 充电桩功率限值=（I阈-（P总/(3Umin×0.9)))×U充1 6. 充电桩功率限值=（I阈-（P总/(3Umin×0.9)))×U充1 7. 入户总回路和配电分回路过流告警功能、漏电流预警告警、过压欠压告警功能失效 8. 智能配电箱远程故障诊断功能失效 9. 若充电桩在充电，仅存在从市电到充电桩的能量流 10. （其余功能正常 |
| 逆变器离线；  储能电池离线；  充电桩在线；  空调单体或网关离线；  其他正常 | 【高优】   1. 验证用电建议 2. 验证空调的遥测遥控 3. 验证逆变器预警功能 4. 验证储能电池预警、智能备电、风暴模式功能 5. 验证充电桩接入常规负荷场景下，当逆变器离线时的充电桩限功率逻辑 6. 验证入户总回路过流告警和取电分回路过流告警功能 7. 验证智能配电箱远程故障诊断功能 8. 验证能量流图   【低优】  （9）除高优外其余测试项 | 1. 不推用电建议 2. 空调遥测遥控失效 3. 逆变器预警失效 4. 储能电池预警、智能备电、风暴模式失效 5. 若充电桩未启动，充电桩功率限值=（63-I常-I重-I充）×U充2，I充置0；若充电桩充电中，充电桩功率限值=（63-I常-I重-I充）×U充2，I充置0 6. 入户总回路过流告警和取电分回路过流告警功能失效 7. 智能配电箱远程故障诊断功能失效 8. 若充电桩在充电，仅存在从市电到充电桩的能量流 9. 其余功能正常 |
| 逆变器离线；  储能电池离线；  充电桩在线；  智能插座离线；  其他正常 | 【高优】  （1）验证用电建议  （2）验证智能插座的遥测遥控  （3）验证逆变器预警功能  （4）验证储能电池预警、智能备电、风暴模式功能  （5）验证充电桩接入常规负荷场景下，当逆变器离线时的充电桩限功率逻辑  （6）验证能量流图  【低优】  （7）除高优外其余测试项 | 1. 不推用电建议 2. 智能插座遥测遥控失效 3. 逆变器预警失效 4. 储能电池预警、智能备电、风暴模式失效 5. 若充电桩未启动，充电桩功率限值=（63-I常-I重-I充）×U充2，I充置0；若充电桩充电中，充电桩功率限值=（63-I常-I重-I充）×U充2，I充置0 6. 若充电桩在充电，仅存在从市电到充电桩的能量流 7. 其余功能正常 |
| 离网场景 | 电网停电 | 【高优】  （1）验证用电建议；  （2）验证入户总回路和取电分回路、智能断路器分回路过流告警功能，充电桩预警、限功率功能  【低优】  （3）除高优外其余测试项 | 1. 系统不推送用电建议； 2. 入户总回路和取电分回路过流告警功能失效，智能断路器分回路过流告警功能正常，充电桩预警、限功率功能正常（状态为不限功率） 3. 其余 4. 功能正常 |
| 充电桩独立电表供电 | 充电桩电路未接入家庭能源系统 | 【高优】  （1）验证用电建议；  （2）验证充电桩支持的模式以及限功率功能  【低优】  （3）除高优外其余测试项 | 1. 智能建议不推送充电桩 2. 充电桩仅可使用立即充电、预约充电功能；充电桩预警、限功率功能失效 3. 其余功能正常 |

##### 文档测试

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试项** | **测试方法** | **判定标准** |
| 文档结构完整性 | 检查用户手册是否涵盖了所有功能模块（如光伏发电、储能系统、充电桩控制等） | 用户手册包含所有小程序主要功能和操作指南；每个功能模块都有详细的说明 |
| 功能描述准确性 | 根据用户手册上的步骤尝试执行相关功能，并对比实际结果 | 手册中描述的功能与小程序实际功能一致；无误导性信息或错误 |
| 术语一致性 | 确认手册内专业术语使用的一致性，检查是否有定义不清或不一致的地方 | 所有专业术语在文档中保持一致，且首次出现时有明确解释 |
| 操作指引清晰度 | 尝试按照用户手册提供的操作指引完成任务 | 指引清晰明了，易于理解，能够指导用户顺利完成操作 |
| 图形界面元素 | 核对手册中的截图或图示与实际小程序界面是否匹配 | 截图和图示准确反映了当前版本的小程序界面；图标和按钮位置正确 |

#### TR6阶段

##### 用户体验测试

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试项** | **测试方法** | **判定标准** |
| 业主用户测试 | 面向家庭能源事业部业务大区华东、华中、华南，分别各选取3个别墅家庭站点，收集用户近三个月的发电用电数据，通过问卷调查/线下走访，收集用户反馈的意见或建议，邀请用户进行用户体验满意度打分 | 所有业务大区均完整收集3户家庭发用电数据和用户反馈信息并上传svn归档；用户体验满意度满分为100分，要求≥80分（用户体验测试规范按测试部相关标准） |
| 经销商用户测试 | 面向家庭能源事业部业务大区华东、华中、华南，分别各选取3个经销商，收集用户近三个月的站点运营数据，条件允许时线下走访，收集用户反馈的意见或建议 | 所有业务大区均完整收集3个经销商对应站点运营数据和用户反馈信息并上传svn归档 |
| 家庭能源事业部系统管理员用户测试 | 面相家庭能源事业部iHomePow Web端运营管理员，收集用户近三个月的用户反馈信息 | 收集iHoemPow Web端运营管理员近三个月的用户反馈信息并上传svn归档 |

### 无条件测试项及解决办法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试项目 | 无测试条件原因说明 | 解决办法 |
| 用电建议算法效果测试 | 现有家庭电站数量有限，收集用电行为困难 | 采集真实设备用电行为数据，据此编写用电行为仿真脚本，批量生成用能数据 |
| 负荷预测算法效果测试 | 训练集和测试集有限，不满足50户 | 采用公司志愿者现有家庭站点和欧洲户储家庭站点相结合的方式供算法进行训练 |
| 工况遍历 | 家用电气种类及型号繁多，无法全部测试；现有系统空调未接入家庭能源系统。 | 真实别墅场景测试，收集数据。 |

### 测试数据

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试数据类型 | 负责人 | 备注 |
| 光储充用全场景模拟数据 | 张凯林 | 构建全场景数据仿真模型，生成用于性能测试和部分算法测试的测试数据 |
| 光功率预测训练集和测试集 | 张新选 | 提供阳光云安徽区域和全国区域各50个站点5min级光功率数据 |
| 负荷预测训练集和测试集 | 张新选、汤子琪 | 提供公司志愿者和欧洲户储共50个站点1h级负荷数据 |

### 测试工具准备

开发测试工具，协助测试执行

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **测试工具（软件）** | **工具版本** | **说明** |
| Python | 3.10 | 免费开源软件，用于构建全场景数据仿真模型 |
| JMeter | V5.1 | 免费开源软件，用于接口、性能测试 |
| RDM | 2021.7 | 开源版本，用于Redis数据库查询 |
| DBeaver | 22.0.0 | 开源版本，用于MySQL和ClickHouse数据库查询 |
| 研发体系测试平台itestpro | V1.0 | 用于测试用例设计、评审、开发自测任务创建以及接口自动化测试 |
| **测试工具（电气）** | **工具版本** | **说明** |
| 功率分析仪 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 示波器 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 电源模拟器 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 光伏模拟源 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 电子负载 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 电阻负载 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 高低温试验箱 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 安规测试仪 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 游标卡尺 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 漏电流测试仪 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 温度采集仪 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 防雷测试系统 | / | 委外 |
| 电磁兼容测试系统 | / | 委外 |
| **测试工具（结构）** | **工具版本** | **说明** |
| 紫外线老化箱 | ZN-P | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 防水试验台 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 膜厚仪 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 百格刀 | / | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 复合式盐雾试验箱 | YWFS-2000 | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |
| 电动振动试验系统 | LVA30/M232AGT900M | 集团测试中心 |
| 砂尘试验箱 | SC-1500 | 集团测试中心 |
| 高低温湿热试验箱 | SDJ42FA | 园区1号楼一楼硬件测试区设备 |

# 测试约定

## 问题严重度描述

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 问题严重度 | 描述 | 响应时间 | 验证时间 | 备注 |
| 致命问题 | 系统死机或主要功能完全丧失，影响到整个系统的错误 | 优先级最高，立即修改 | 修改完成后部署新版本立即验证 |  |
| 严重问题 | 主要功能部分丧失、次要功能完全丧失、主要性能不能满足要求 | 优先级为高，尽快修改 | 修改完成后部署新版本立即验证 |  |
| 一般问题 | 次要功能部分丧失、次要性能不满足要求、对功能和性能没有影响的问题 | 优先级为中，尽快修改 | 部署新版本后验证 |  |
| 建议 | 对产品的功能、性能或者用户体验的改进性提议 | 优先级低，可根据情况选择是否修复 | 部署新版本后验证 |  |

## 操作安全注意事项

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 注意事项 | 备注 |
| / | / | / |

## 测试输入文档

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 文档名称 | 提交时间 | 审核日期 | 提交人 | 备注 |
| TR1-产品包需求和可行性技术分析( iHomePow V2项目) | 2024/12/2 | 2024/12/3 | 郭瑞峰 |  |
| TR2-产品规格书（iHomePow V2项目） | 2024/12/2 | 2024/12/3 | 郭瑞峰 |  |
| TR2-系统设计方案报告（iHomePow V2项目） | 2024/12/2 | 2024/12/3 | 郭瑞峰 |  |

## 测试输出文档

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 文档名称 | 计划提交时间 | 提交人 | 备注 |
| TR3-测试方案 | 2025/1/9 | 王鑫、梅厚启、黄志强 |  |
| TR3-测试用例 | 2025/1/10 | 王鑫、梅厚启、黄志强 |  |
| TR4-测试报告 | 2025/1/25 | 王鑫、梅厚启、黄志强 |  |
| TR5-测试报告 | 2025/2/28 | 王鑫、梅厚启、黄志强 |  |

## 测试进度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 任务 | 计划结束时间 | 人员安排 |
| 1 | TR3单元测试 | 2024/12/1 | 王鑫、张凯林、梅厚启、黄志强 |
| 2 | TR4模块测试 | 2025/1/1 | 王鑫、张凯林、梅厚启、黄志强 |
| 3 | TR4集成测试 | 2025/1/24 | 王鑫、张凯林、梅厚启、黄志强 |
| 4 | TR5系统测试 | 2025/2/28 | 王鑫、张凯林、梅厚启、黄志强 |

## 人员职责

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 角色 | 人力资源 | 具体职责或注释 |
| 软件测试代表 | 王鑫 | * 分析可测试性需求、制定软件相关测试策略、测试计划、编写测试方案、测试用例，执行测试任务、编写测试报告 * 协调软件测试资源、跟踪测试进度 * 参与TR4、TR5测试 * 参与项目评审（TR1-2评审、TR3-4评审、TR5评审） |
| 电气测试代表 | 梅厚启 | * 分析可测试性需求、制定硬件相关测试策略、测试计划、编写测试方案、测试用例，执行测试任务、编写测试报告 * 协调电气测试资源、跟踪测试进度 * 参与TR4、TR5测试 * 参与项目评审（TR1-2评审、TR3-4评审、TR5评审） |
| 结构测试代表 | 黄志强 | * 分析可测试性需求、制定结构相关测试策略、测试计划、编写测试方案、测试用例，执行测试任务、编写测试报告 * 协调结构测试资源、跟踪测试进度 * 参与TR4、TR5测试 * 参与项目评审（TR1-2评审、TR3-4评审、TR5评审） |
| 软件测试组员 | 张凯林 | * 参与TR4测试，执行小程序和Web端功能、性能、安全、算法（引入+自有）、工况遍历测试 * 参与TR5测试，执行系统回归、小程序兼容性以及真实别墅家庭实证测试 * 报告、跟踪及验证闭环测试缺陷 * 记录并整理测试报告 |