

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 41240—2022

## 户用光储一体机测试

Test of household hybrid photovoltaic and storage converter



2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 测试项目 .....	3
4.1 电气性能 .....	3
4.2 安全性能 .....	3
4.3 电磁兼容性能 .....	4
4.4 环境适应性 .....	4
4.5 外观与机械性能 .....	4
5 测试条件 .....	4
5.1 测试环境 .....	4
5.2 测试设备 .....	5
5.3 测试电路 .....	6
6 电气性能测试 .....	7
6.1 并网运行效率测试 .....	7
6.2 有功功率测试 .....	7
6.3 无功功率测试 .....	8
6.4 功率因数测试 .....	10
6.5 并网运行适应性测试 .....	10
6.6 充放电转换时间测试 .....	11
6.7 并网运行电能质量测试 .....	11
6.8 防孤岛保护测试 .....	13
6.9 稳流精度与电流纹波测试 .....	13
6.10 稳压精度与电压纹波测试 .....	14
6.11 并离网切换时间测试 .....	15
6.12 运行方式切换控制测试 .....	16
6.13 通信测试 .....	16
7 安全性能测试 .....	16
7.1 可触及性测试 .....	16
7.2 保护连接测试 .....	17
7.3 绝缘强度测试 .....	17
7.4 冲击电压测试 .....	18

## GB/T 41240—2022

7.5	局部放电测试	18
7.6	光伏方阵和储能电池绝缘阻抗测试	18
7.7	光伏方阵和储能电池残余电流测试	19
7.8	接触电流测试	21
7.9	短路保护测试	21
7.10	存储电荷放电测试	22
7.11	防护等级测试	22
7.12	温升测试	22
7.13	噪声测试	22
8	电磁兼容性能测试	22
8.1	电磁骚扰测试	22
8.2	抗扰度测试	23
9	环境适应性测试	25
9.1	低温测试	25
9.2	高温测试	25
9.3	交变湿热测试	25
9.4	恒定湿热存储测试	25
9.5	盐雾测试	25
10	外观与机械性能测试	25
10.1	外观与结构测试	25
10.2	稳定性测试	25
10.3	搬运测试	25
10.4	机械性能测试	25
附录 A (资料性)	户用光储一体机典型拓扑结构	26

## 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。

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。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国微电网与分布式电源并网标准化技术委员会(SAC/TC 564)归口。

本文件起草单位：中国科学院电工研究所、阳光电源股份有限公司、锦浪科技股份有限公司、西安精石电气科技有限公司、国网上海能源互联网研究院有限公司、中国电力科学研究院有限公司、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、中关村储能产业技术联盟、国网北京市电力公司、东南大学、四川科陆新能电气有限公司、江苏固德威电源科技股份有限公司、北京海博思创科技股份有限公司、国网上海市电力公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院。

本文件主要起草人：唐西胜、孙玉树、杜荣华、陈凡印、于家明、吴鸣、徐斌、师长立、李宁宁、唐亮、贾东强、顾伟、柳伟、张盈、肖宇、刘骁、时珊珊、孙健、宋振浩、骆晨、邓鸿刚、杨振华。



# 户用光储一体机测试

## 1 范围

本文件规定了户用光储一体机的测试项目、测试条件、电气性能测试、安全性能测试、电磁兼容性测试、环境适应性测试、外观与机械性能测试的要求。

本文件适用于 220/380 V 电压等级的单相或三相户用光储一体机测试。

## 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(12 h+12 h 循环)
- GB/T 2423.5 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击
- GB/T 2423.7 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ec:粗率操作造成的冲击(主要用于设备型样品)
- GB/T 2423.10 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Fc:振动(正弦)
- GB/T 2423.18 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Kb:盐雾,交变(氯化钠溶液)
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分:通用要求
- GB 4824 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法
- GB/T 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
- GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
- GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差
- 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 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- 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 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17627 低压电气设备的高电压试验技术 定义、试验和程序要求、试验设备
- GB/T 20840.2 互感器 第 2 部分:电流互感器的补充技术要求
- GB/T 20840.3 互感器 第 3 部分:电磁式电压互感器的补充技术要求

## GB/T 41240—2022

- GB/T 34133 储能变流器检测技术规程
- GB/T 37409 光伏发电并网逆变器检测技术规范
- GB/T 50063 电力装置电测量仪表装置设计规范
- NB/T 32008 光伏电站逆变器电能质量检测技术规程
- NB/T 32010 光伏电站逆变器防孤岛效应检测技术规程
- NB/T 32032 光伏电站逆变器效率检测技术要求

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**户用光储一体机 household hybrid photovoltaic and storage converter**

具有光伏、储能、负载及电网接口,并能根据不同运行模式协调接口间电能变换的户用一体化装置。

注:典型拓扑结构见附录 A。

#### 3.2

**光伏模拟器 photovoltaic simulator**

能够模拟真实的光伏方阵在各种不同情况下的输出特性的装置。

#### 3.3

**储能电池模拟器 battery energy storage simulator**

能够模拟真实的电池储能系统在各种不同情况下的电化学特性的装置。

#### 3.4

**电网模拟器 grid simulator**

能够模拟电网输出特性的可控交流电源。

#### 3.5

**孤岛 islanding**

电网失压时,户用光储一体机保持电流源模式仍对失压电网中的户用光储一体机所连接的某一部分负载继续供电的状态。

#### 3.6

**充放电转换时间 transfer time between charge and discharge**

户用光储一体机从 90%额定功率充电状态转换到 90%额定功率的放电状态与从 90%额定功率放电状态转换到 90%额定功率的充电状态所需时间的平均值。

#### 3.7

**并离网切换时间 transfer time between grid mode and islanded mode**

户用光储一体机在并网运行模式与离网运行模式之间切换所需要的时间。

注:并离网切换时间包括从并网运行模式切换到离网运行模式和从离网运行模式切换到并网运行模式两种状态。

#### 3.8

**稳流精度 stabilized current precision**

户用光储一体机在恒流充电状态下,直流电池侧输出电流在其额定值范围内任一数值上保持稳定时,输出电流最大波动值与设定值之间的比值。

#### 3.9

**稳压精度 stabilized voltage precision**

户用光储一体机在恒压充电状态下,直流电池侧输出电流在其额定值范围内变化,输出电压在可调

节范围内任一数值上保持稳定时,输出电压最大波动值与设定值之间的比值。

## 4 测试项目

### 4.1 电气性能

#### 4.1.1 并网运行电气性能

户用光储一体机并网运行时的电气性能测试,应包括以下内容:

- a) 并网运行效率测试,应在光伏发电到电网模式、储能放电到电网模式、储能从电网充电模式下分别进行效率测试;
- b) 功率控制测试,应包括有功功率测试、无功功率测试和功率因数测试;
- c) 并网运行适应性测试,应包括频率适应性测试、电压适应性测试和电能质量适应性测试;
- d) 充放电转换时间测试;
- e) 并网运行电能质量测试,应包括电流总谐波畸变率测试和直流分量测试;
- f) 防孤岛保护测试;
- g) 稳流精度与电流纹波测试;
- h) 稳压精度与电压纹波测试;
- i) 并离网切换时间测试,应包括非计划性离网切换时间测试、计划性离网切换时间测试和离网转并网切换时间测试;
- j) 运行方式切换控制测试;
- k) 通信测试。

#### 4.1.2 离网运行电气性能

户用光储一体机离网运行时的电气性能测试,应包括以下内容:

- a) 离网运行效率测试,应在光伏给储能充电模式、储能给负载供电模式下分别进行效率测试;
- b) 离网运行电能质量测试,应包括电压偏差测试、频率偏差测试和电压总谐波畸变率测试。

### 4.2 安全性能

户用光储一体机安全性能测试应包括以下内容:

- a) 电击防护测试,应包括可触及性测试和保护连接测试;
- b) 绝缘强度测试;
- c) 冲击电压测试;
- d) 局部放电测试;
- e) 光伏方阵和储能电池绝缘阻抗测试;
- f) 光伏方阵和储能电池残余电流测试;
- g) 接触电流测试;
- h) 短路保护测试,应包括离网和并网运行两种情况;
- i) 存储电荷放电测试;
- j) 防护等级测试;
- k) 温升测试;
- l) 噪声测试。

## GB/T 41240—2022

### 4.3 电磁兼容性能

户用光储一体机电磁兼容性能测试应包括以下内容：

- a) 电磁骚扰测试,应包括传导骚扰和辐射骚扰测试;
- b) 抗扰度测试,应包括静电放电抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度、电快速瞬变脉冲群抗扰度、浪涌(冲击)抗扰度、射频场感应的传导骚扰抗扰度和工频磁场抗扰度测试。

### 4.4 环境适应性

户用光储一体机环境适应性测试应包括以下内容：

- a) 温度测试,应包括低温测试和高温测试;
- b) 湿度测试,应包括交变湿热测试和恒定湿热存储测试;
- c) 盐雾测试。

### 4.5 外观与机械性能

户用光储一体机外观与机械性能测试应包括以下内容：

- a) 外观与结构测试;
- b) 稳定性测试;
- c) 搬运测试;
- d) 机械性能测试,包括冲击、跌落和振动测试。

## 5 测试条件

### 5.1 测试环境

#### 5.1.1 环境条件

测试应在以下环境条件下进行：

- a) 环境温度:15℃~40℃;
- b) 相对湿度:小于90%;
- c) 海拔高度:2000 m以下;海拔大于2000 m时,需考虑电气介电强度的下降。

#### 5.1.2 电气条件

##### 5.1.2.1 电能质量

测试应在以下电能质量条件下进行：

- a) 电压总谐波畸变率及各次谐波在10 min内测得的方均根值应满足 GB/T 14549 的规定;
- b) 电网频率在10 s内测得的平均值的偏差应满足 GB/T 15945 的规定;
- c) 电网电压在10 min内测得的方均根值的偏差应满足 GB/T 12325 的规定;
- d) 电压三相不平衡度应满足 GB/T 15543 的规定;
- e) 测试电流谐波时,电网电压总谐波畸变率应不大于1.5%。

##### 5.1.2.2 电气安全

测试场地电气安全应满足 GB 4793.1 的要求。



### 5.1.3 测试精度条件

环境适应性测试使用的温湿度试验箱应满足以下要求：

- a) 温度波动度： $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 温度均匀度：小于或等于  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 温度偏差： $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 相对湿度偏差： $\pm 3\%$ （相对湿度大于  $75\%$  时）或  $\pm 5\%$ （相对湿度小于或等于  $75\%$  时）。

## 5.2 测试设备

### 5.2.1 光伏模拟器

光伏模拟器应能模拟光伏方阵的电流-电压特性(I-V 特性)和时间响应特性,输出功率允许偏差应不大于额定值的  $2\%$ 。

### 5.2.2 电网模拟器

电网模拟器应具备模拟公用电网电压和频率扰动的能力,并应满足以下要求：

- a) 与户用光储一体机连接侧的电压总谐波畸变率应小于 GB/T 14549 规定的电压总谐波畸变率允许值的  $50\%$ ；
- b) 具备功率双向流动的能力,对电网的安全性不应造成影响；
- c) 向电网注入的电流总谐波畸变率应小于 GB/T 14549 规定的电流总谐波畸变率允许值的  $50\%$ ；
- d) 正常运行时,电网模拟器输出电压基波偏差值应小于  $0.2\%$ ；
- e) 正常运行时,电网模拟器输出频率偏差值应小于  $0.01\text{ Hz}$ ,可调节步长至少为  $0.05\text{ Hz}$ ；
- f) 响应时间小于  $0.02\text{ s}$ 。

### 5.2.3 储能电池模拟器

储能电池模拟器应具备模拟典型电化学电池充放电特性的能力,应具备能量双向流动的能力,电压响应时间应不大于  $20\text{ ms}$ ,动态电压瞬变值允许偏差应小于电压设定值的  $10\%$ 。

注：也可以使用具有同等性能的电池储能系统替代储能电池模拟器。

### 5.2.4 防孤岛测试装置

防孤岛测试装置应满足以下要求：

- a) 负载应为无感电阻、低耗电感、具有低串联有效内阻和低串联有效电感的电容器；
- b) 当使用铁芯电抗器时,在标称电压条件下工作时,电感电流总谐波畸变率应不超过  $2\%$ 。

注：测试装置也可使用类似的负载源,例如电子负载,但应能保证测试结果与真实负载一致。

### 5.2.5 电气性能测量装置

电气性能测量所需要的电压互感器/传感器、电流互感器/传感器和数据采集装置的精度等级应满足表 1 的规定。电压互感器应满足 GB/T 20840.3 的要求,电流互感器应满足 GB/T 20840.2 的要求,传感器响应时间应不大于  $100\text{ }\mu\text{s}$ 。数据采集装置的采样频率应不小于  $10\text{ kHz}$ ,带宽应不小于  $10\text{ kHz}$ ,频率测量精度应达到  $0.01\text{ Hz}$ 。

GB/T 41240—2022

表 1 测量设备仪器规格要求

设备仪器	准确度要求
电压互感器/传感器	0.5(0.2)级
电流互感器/传感器	0.5(0.2)级
数据采集装置	0.2 级
注：0.2 级为电能质量测量时的精确度要求。	

### 5.2.6 辅助装置

辅助装置应满足以下要求：

- a) 可调电阻调节精度应小于或等于 1 k $\Omega$ ；
- b) 短路开关三相短路时间差应不大于 10 ms；
- c) 交流阻抗电抗值与电阻值之比应大于 3；
- d) 电网故障模拟负载容量应大于被测户用光储一体机容量的 3 倍；
- e) 接地电阻测试仪测量精度： $\pm 0.01 \Omega$ ；
- f) 绝缘强度测试仪应满足 GB/T 17627 的相关要求；
- g) 电流测量装置应满足 GB/T 50063 的相关要求；
- h) 传导骚扰测试中交直流端口测试设备应满足 GB 4824 的相关要求，通信端口测试设备应满足 GB/T 9254 的相关要求；
- i) 辐射骚扰测试设备应满足 GB 4824 的相关要求；
- j) 静电放电抗扰度测试设备应满足 GB/T 17626.2 的相关要求；
- k) 射频电磁场辐射抗扰度测试设备应满足 GB/T 17626.3 的相关要求；
- l) 电快速瞬变脉冲群抗扰度测试设备应满足 GB/T 17626.4 的相关要求；
- m) 浪涌(冲击)抗扰度测试设备应满足 GB/T 17626.5 的相关要求；
- n) 射频场感应的传导骚扰抗扰度测试设备应满足 GB/T 17626.6 的相关要求；
- o) 工频磁场抗扰度测试设备应满足 GB/T 17626.8 的相关要求。

### 5.3 测试电路

户用光储一体机电气性能测试电路可按图 1 的规定执行。

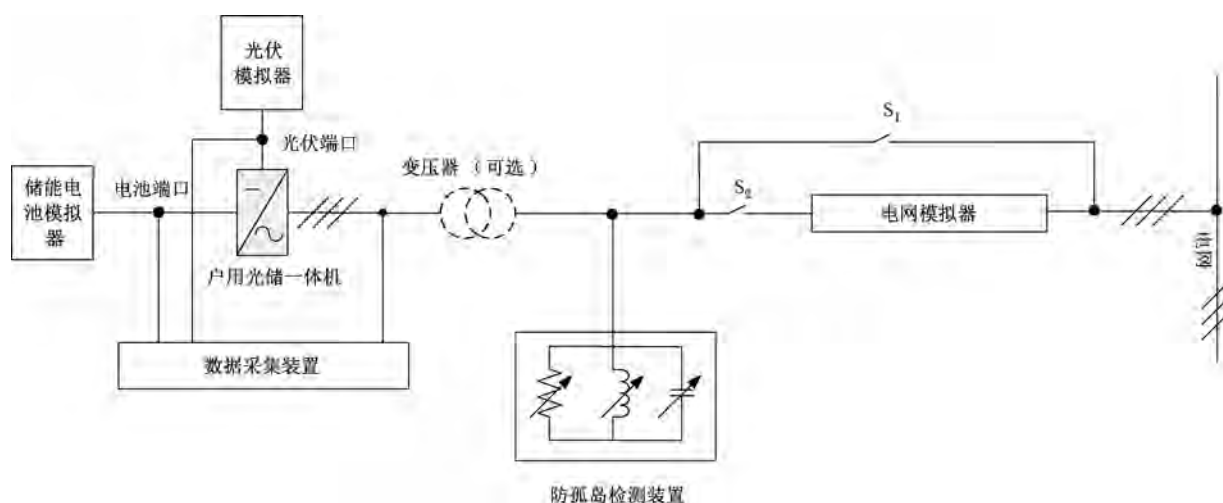


图 1 电气性能测试电路示意图

## 6 电气性能测试

### 6.1 并网运行效率测试

应分别测试户用光储一体机 5%、10%、20%、30%、50%、75%、100% 负载点的转换效率，并给出效率曲线，测试方法应满足 NB/T 32032 的相关要求，测试应在以下典型工况下分别进行：

- 并网运行时，光伏发电到电网的效率测试；
- 并网运行时，储能放电到电网的效率测试；
- 并网运行时，储能从电网充电的效率测试；
- 离网运行时，光伏给储能充电的效率测试；
- 离网运行时，储能给负载供电的效率测试。

### 6.2 有功功率测试

#### 6.2.1 有功功率容量测试

有功功率容量测试方法应满足以下要求：

- a) 连接相关测试装置和被测户用光储一体机，可按图 1 连接，闭合开关  $S_1$ ；
- b) 使户用光储一体机输出有功功率达到额定值  $P_N$  并保持运行 30 min；
- c) 利用数据采集装置记录户用光储一体机交流侧电压和电流，计算有功功率平均值；
- d) 观察户用光储一体机运行状态。

#### 6.2.2 有功功率控制测试

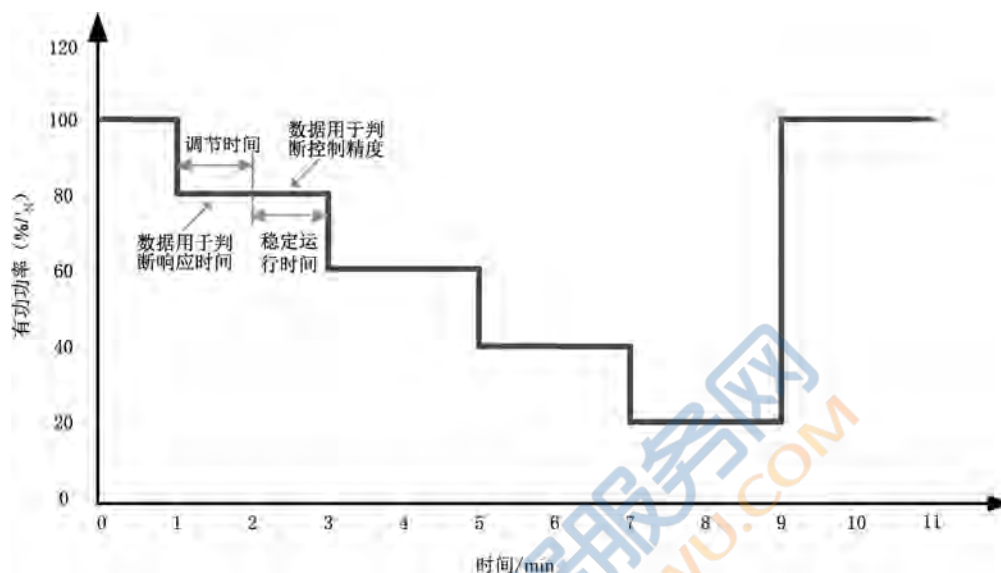
##### 6.2.2.1 有功功率给定值控制测试

有功功率给定值控制测试方法应满足以下要求：

- a) 连接相关测试装置与被测户用光储一体机，可按图 1 连接，闭合开关  $S_1$ ；
- b) 使户用光储一体机输出有功功率达到额定值  $P_N$ ；
- c) 按照图 2 的设定曲线控制户用光储一体机输出有功功率，并在每个功率控制目标值上保持

2 min;

- d) 使用数据采集装置记录户用光储一体机交流侧电压与电流,每 0.2 s 计算有功功率平均值,以 0.2 s 为一个点绘制有功功率实测曲线;
- e) 计算响应时间,计算方法应按符合 GB/T 37409 的相关要求,以每个功率区间内的后 1 min 的实测数据计算控制误差。



注:  $P_N$  为被测户用光储一体机的额定有功功率值。

图 2 有功功率控制曲线

### 6.2.2.2 启停机控制测试

启停机控制测试方法应满足以下要求:

- a) 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,可按图 1 连接,闭合开关  $S_1$ ;
- b) 调节户用光储一体机从正常启动至输出额定功率,再从输出额定功率至停机;
- c) 使用数据采集装置分别记录启动和停机过程中户用光储一体机交流侧的有功功率,以每 0.2 s 有功功率平均值为一点,绘制实测曲线;
- d) 以时间轴为横坐标,有功功率为纵坐标,用计算所得的所有 0.2 s 有功功率平均值绘制有功功率变化曲线。

## 6.3 无功功率测试

### 6.3.1 无功功率容量测试

无功功率容量测试方法应满足以下要求:

- a) 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,可按图 1 连接,闭合开关  $S_1$ ;
- b) 使户用光储一体机输出有功功率依次为  $100\%P_N$ 、 $90\%P_N$ 、 $80\%P_N$ 、 $70\%P_N$ 、 $60\%P_N$ 、 $50\%P_N$ 、 $40\%P_N$ 、 $30\%P_N$ 、 $20\%P_N$ 、 $10\%P_N$  工况,调节户用光储一体机运行在输出最大感性无功功率工作模式下;使用数据采集装置记录 2 min 无功功率,计算 2 min 内无功功率的平均值;
- c) 使户用光储一体机输出有功功率依次为  $100\%P_N$ 、 $90\%P_N$ 、 $80\%P_N$ 、 $70\%P_N$ 、 $60\%P_N$ 、 $50\%P_N$ 、 $40\%P_N$ 、 $30\%P_N$ 、 $20\%P_N$ 、 $10\%P_N$  工况,调节户用光储一体机运行在输出最大容性无功功率工

作模式下;使用数据采集装置记录 2 min 无功功率,计算 2 min 内无功功率的平均值;

- d) 以有功功率为横坐标,无功功率为纵坐标(感性为正,容性为负),绘制户用光储一体机无功功率包络图。

### 6.3.2 无功功率控制测试

#### 6.3.2.1 电压/无功控制测试

电压/无功控制测试方法应满足以下要求:

- 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,按图 1 连接,闭合开关  $S_2$ ;
- 设置电网模拟器使户用光储一体机交流出口侧的电压为额定值  $U_m$ ;
- 设置被测户用光储一体机输出有功功率为  $50\%P_N$ 、无功调压系数  $K_V$  为 2;
- 在标称频率调节下,调节电网模拟器,使输出电压从额定值分别阶跃至  $91\%U_m$ 、 $95\%U_m$  和  $105\%U_m$ 、 $109\%U_m$  并保持至少 2 min 后恢复到额定值;
- 使用数据采集装置在户用光储一体机交流侧记录无功功率,以每 0.2 s 无功功率平均值为一数据点,记录实测曲线;
- 计算无功功率的功率控制误差和响应时间,计算方法应满足 GB/T 37409 的相关要求。

#### 6.3.2.2 无功功率给定值控制测试

无功功率给定值控制测试方法应满足以下要求:

- 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,按图 1 连接,闭合开关  $S_1$ ;
- 设定被测户用光储一体机输出有功功率为  $50\%P_N$ ;
- 按照图 3 的设定曲线控制户用光储一体机的无功功率;
- 使用数据采集装置记录户用光储一体机交流侧无功功率,以每 0.2 s 无功功率平均值为一数据点,记录实测曲线;
- 计算响应时间,计算方法应满足 GB/T 37409 的相关要求。以每个功率段区间内后 1 min 的实测数据计算控制误差。



注:  $Q_L$  和  $Q_C$  为测量所得的  $50\%P_N$  工况下户用光储一体机输出的最大感性无功和最大容性无功。

图 3 无功功率控制曲线

### 6.3.2.3 恒功率因数控制测试

恒功率因数控制测试方法应满足以下要求：

- 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,按图 1 连接,闭合开关  $S_1$ ;
- 设定被测户用光储一体机输出有功功率为  $50\%P_N$ ;
- 按照图 4 的设定曲线控制户用光储一体机输出的无功功率;
- 使用数据采集装置记录户用光储一体机交流侧无功功率,以每 0.2 s 无功功率平均值为一点,记录实测曲线;
- 计算响应时间,计算方法应满足 GB/T 37409 的相关要求,以每个功率段区间内的后 1 min 的实测数据计算控制误差。

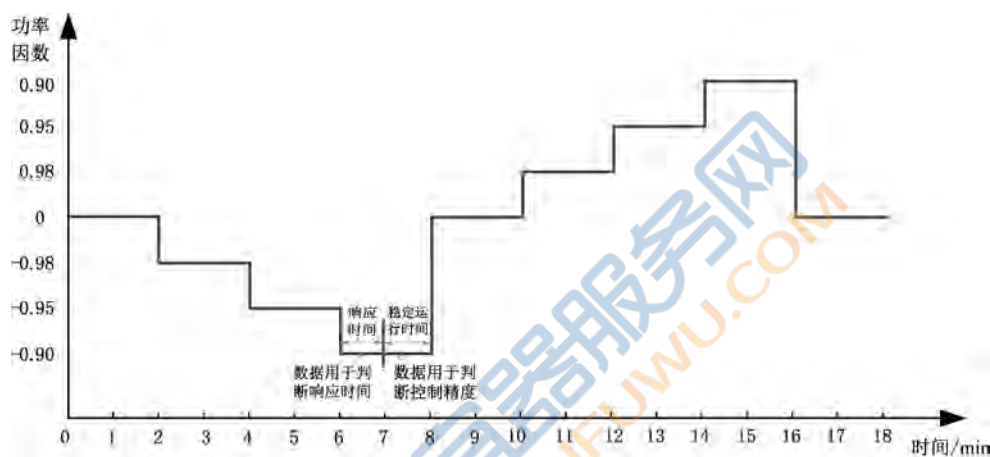


图 4 功率因数控制曲线

## 6.4 功率因数测试

功率因数测试方法应满足 GB/T 34133 的相关要求。

## 6.5 并网运行适应性测试

### 6.5.1 频率适应性测试

频率适应性测试方法应满足以下要求：

- 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,按图 1 连接,闭合开关  $S_2$ ;
- 在标称电压条件下,调节电网模拟器,使输出频率从额定值分别阶跃至 46.55 Hz、46.95 Hz 以及 46.55 Hz 到 46.95 Hz 之间任意值,并保持至少 5 s 后恢复到额定值;
- 在标称电压条件下,调节电网模拟器,使输出频率从额定值分别阶跃至 47.05 Hz、47.45 Hz 以及 47.05 Hz 到 47.45 Hz 之间任意值,并保持至少 20 s 后恢复到额定值;
- 在标称电压条件下,调节电网模拟器,使输出频率从额定值分别阶跃至 47.55 Hz、47.95 Hz 以及 47.55 Hz 到 47.95 Hz 之间任意值,并保持至少 1 min 后恢复到额定值;
- 在标称电压条件下,调节电网模拟器,使输出频率从额定值分别阶跃至 48.05 Hz、48.45 Hz 以及 48.05 Hz 到 48.45 Hz 之间任意值,并保持至少 5 min 后恢复到额定值;
- 在标称电压条件下,调节电网模拟器,使输出频率从额定值分别阶跃至 48.55 Hz、50.45 Hz 以及 48.55 Hz 到 50.45 Hz 之间任意值,并保持至少 10 min 后恢复到额定值;

- g) 在标称电压条件下,调节电网模拟器,使输出频率从额定值分别阶跃至 50.55 Hz、50.95 Hz 以及 50.55 Hz 到 50.95 Hz 之间任意值,并保持至少 3 min 后恢复到额定值;
- h) 在标称电压条件下,调节电网模拟器,使输出频率从额定值分别阶跃至 51.05 Hz、51.45 Hz 以及 51.05 Hz 到 51.45 Hz 之间任意值,并保持至少 30 s 后恢复到额定值;
- i) 观察户用光储一体机运行状态。

### 6.5.2 电压适应性测试

电压适应性测试方法应满足以下要求:

- a) 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,可按图 1 连接,闭合开关  $S_2$ ;
- b) 在标称频率条件下,调节电网模拟器,使输出电压从额定值分别阶跃至  $91\%U_N$ 、 $99\%U_N$  以及  $91\%U_N$  到  $99\%U_N$  之间的任意值,并保持至少 20 min 后恢复到额定值;
- c) 在标称频率条件下,调节电网模拟器,使输出电压从额定值分别阶跃至  $101\%U_N$ 、 $109\%U_N$  以及  $101\%U_N$  到  $109\%U_N$  之间的任意值,并保持至少 20 min 后恢复到额定值;
- d) 观察户用光储一体机的运行状态。

### 6.5.3 电能质量适应性测试

电能质量适应性测试方法应满足以下要求:

- a) 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,可按图 1 连接,闭合开关  $S_2$ ;
- b) 调节电网模拟器,使户用光储一体机交流侧的电压谐波值达到 GB/T 14549 规定的限值,并保持至少 20 min 后恢复到额定值,电压谐波应包含奇次谐波和偶次谐波,谐波次数宜包括 2 次到 8 次;
- c) 对于三相户用光储一体机,调节电网模拟器,升高或降低单相或两相电压使户用光储一体机交流侧的三相电压不平衡度达到 GB/T 15543 规定的限值,并保持至少 20 min 后恢复到额定值;
- d) 观察户用光储一体机运行状态。

### 6.6 充放电转换时间测试

充放电转换时间测试方法应满足以下要求:

- a) 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,可按图 1 连接,闭合开关  $S_2$ ;
- b) 户用光储一体机以额定功率充电至少 3 min,向户用光储一体机发出额定功率放电指令,测试户用光储一体机从 90%额定功率充电状态转换到 90%额定功率放电状态的最小时间  $t_1$ ;
- c) 户用光储一体机以额定功率放电至少 3 min,向户用光储一体机发出额定功率充电指令,测试户用光储一体机从 90%额定功率放电状态转换到 90%额定功率充电状态的最小时间  $t_2$ ;
- d) 按照公式(1)计算充放电转换时间平均值  $t$ :

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2} \dots\dots\dots (1)$$

### 6.7 并网运行电能质量测试

#### 6.7.1 并网运行测试

户用光储一体机并网运行电能质量测试方法按 NB/T 32008 的相关规定执行。

6.7.2 离网运行测试

6.7.2.1 离网运行电能质量测试电路

户用光储一体机离网运行电能质量测试电路可按图 5 的规定执行。

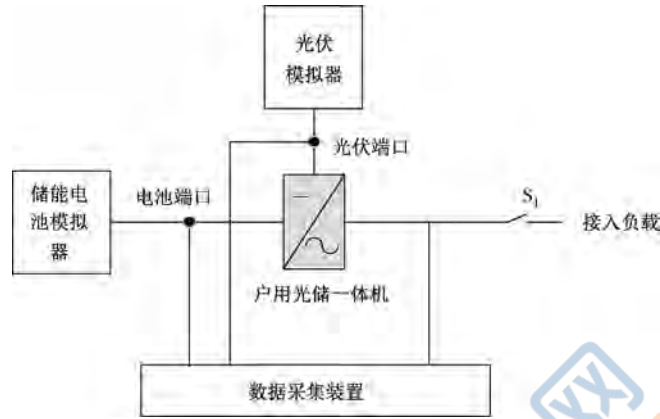


图 5 离网运行电能质量测试电路示意图

6.7.2.2 电压偏差测试

电压偏差测试方法应满足以下要求：

- a) 连接相关测试装置与被测户用光储一体机，按图 5 连接，闭合开关  $S_1$ ；
- b) 在电池端口直流最大电压值、空载条件下，利用测量装置测量并记录户用光储一体机交流输出电压值；
- c) 在电池端口直流最小电压值、额定输出功率条件下，设定负载分别为纯阻性、阻感性(PF=0.7)和阻容性(PF=0.7)，利用测量装置测量并记录户用光储一体机交流输出电压值；
- d) 按照公式(2)计算户用光储一体机离网运行输出电压偏差：

$$\Delta U = \frac{U - U_N}{U_N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$\Delta U$  ——电压偏差百分比；

$U$  ——实际电压；

$U_N$  ——系统标称电压。

- e) 取最大值为电压偏差值。

6.7.2.3 频率偏差测试

频率偏差测试方法应满足以下要求：

- a) 连接相关测试装置与被测户用光储一体机，按图 5 连接，闭合开关  $S_1$ ；
- b) 额定输出功率条件下，设定负载分别为纯阻性、阻感性(PF=0.7)和阻容性(PF=0.7)，利用测量装置测量并记录户用光储一体机交流输出频率值；
- c) 按照公式(3)计算户用光储一体机离网运行输出频率偏差：

$$\Delta f = \frac{f - f_N}{f_N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$



式中：

$\Delta f$  ——频率偏差百分比；

$f$  ——实际频率；

$f_N$  ——系统标称频率。

- d) 取最大值为频率偏差值。

#### 6.7.2.4 电压总谐波畸变率测试

电压总谐波畸变率测试方法应满足以下要求：

- a) 连接相关的测试装置与被测户用光储一体机，按图 5 连接，闭合开关  $S_1$ ；  
 b) 调节负载使被测户用光储一体机分别工作在额定功率、50%额定功率和空载运行条件下，利用数据采集装置测量户用光储一体机交流侧电压总谐波畸变率，每个运行区间内连续测量 10 min；  
 c) 取最大值为电压总谐波畸变率。

#### 6.8 防孤岛保护测试

防孤岛保护测试方法应满足 NB/T 32010 的相关要求。

#### 6.9 稳流精度与电流纹波测试

##### 6.9.1 恒流充电稳流精度测试

恒流充电稳流精度测试方法应满足以下要求。

- a) 按照图 1 连接相关测试装置与被测户用光储一体机，闭合开关  $S_2$ 。  
 b) 调节被测户用光储一体机工作在恒流充电状态。  
 c) 设定户用光储一体机的储能电池直流侧电流分别为额定值的 100%、80%、50%和 10%。  
 d) 使户用光储一体机工作在储能电池正常的直流电压范围内，动态调节储能电池直流电压在其直流电压范围内变化，变化步长为储能电池直流电压范围的 20%，使其每次都保持 10 s 以上，记录充电过程中的直流电流数据，计算直流电流的最大波动值。  
 e) 按式(4)计算稳流精度：

$$\delta = [(I_{\max} - I_z) / I_z] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\delta$  ——稳流精度；

$I_{\max}$  ——输出电流波动最大值，单位为安培(A)；

$I_z$  ——输出电流整定值，单位为安培(A)。

- f) 取稳流精度最大值作为测量结果。

##### 6.9.2 恒流充电电流纹波测试

恒流充电电流纹波测试方法应满足以下要求。

- a) 按照图 1 连接相关测试装置与被测户用光储一体机，闭合开关  $S_2$ 。  
 b) 调节被测户用光储一体机工作在恒流充电状态下。  
 c) 设定户用光储一体机储能电池直流侧电流分别为额定值的 100%、80%、50%和 10%。  
 d) 使户用光储一体机的储能电池直流侧电压分别处于最大值、中间值和最小值。  
 e) 利用数据采集装置测量户用光储一体机储能电池直流侧电流的纹波值。

f) 分别按式(5)和式(6)计算直流电流的纹波有效值系数和峰值系数:

$$X_{I_{rms}} = I_{rms}/I_{DC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$X_{I_{pp}} = I_{pp}/I_{DC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

$X_{I_{rms}}$  —— 电流纹波有效值系数;

$X_{I_{pp}}$  —— 电流纹波峰值系数;

$I_{rms}$  —— 输出电流交流分量有效值,单位为安培(A);

$I_{pp}$  —— 输出电流交流分量峰-峰值,单位为安培(A);

$I_{DC}$  —— 直流输出电流平均值,单位为安培(A)。

g) 取最大值作为测量结果。

### 6.10 稳压精度与电压纹波测试

#### 6.10.1 恒压充电稳压精度测试

恒压充电稳压精度测试方法应满足以下要求。

- a) 按照图 1 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,闭合开关  $S_2$ 。
- b) 调节被测户用光储一体机工作在恒压充电状态。
- c) 设定被测户用光储一体机储能电池直流侧电压分别在其直流电压范围的最大值、中间值和最小值。
- d) 使户用光储一体机储能电池直流侧电流在零到直流额定电流的 100%之间变化,变化步长为直流额定电流的 20%,每一点保持时间不应小于 10 s,测量电池直流侧电压的最大波动值  $U_M$ 。
- e) 按照式(7)计算恒压充电稳压精度:

$$\delta_U = [(U_M - U_z)/U_z] \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

$\delta_U$  —— 稳压精度;

$U_M$  —— 输出电压波动最大值,单位为伏特(V);

$U_z$  —— 输出电压整定值,单位为伏特(V)。

f) 取稳压精度最大值作为测试结果。

#### 6.10.2 恒压充电电压纹波测试

恒压充电电压纹波测试方法应满足以下要求。

- a) 按照图 1 连接相关测试装置与被测户用光储一体机,闭合开关  $S_2$ 。
- b) 调节被测户用光储一体机工作在恒压充电状态。
- c) 设定被测户用光储一体机储能电池直流侧电压分别为其直流电压范围的最大值、中间值和最小值。
- d) 调节储能电池模拟器或阻性负载使被测户用光储一体机储能电池直流侧电流在零到额定电流的 100%之间变化,变化步长为直流额定电流的 20%,每一点保持时间不应小于 10 s。
- e) 利用数据采集装置测量户用光储一体机储能电池直流侧电压的纹波值。
- f) 分别按式(8)和式(9)计算电压纹波有效值系数和纹波峰值系数:

$$X_{U_{rms}} = U_{rms}/U_{DC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$X_{U_{pp}} = U_{pp}/U_{DC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中：

$X_{U_{rms}}$  ——电压纹波有效值系数；

$X_{U_{pp}}$  ——电压纹波峰值系数；

$U_{rms}$  ——输出电压交流分量有效值，单位为伏特(V)；

$U_{pp}$  ——输出电压交流分量峰-峰值，单位为伏特(V)；

$U_{DC}$  ——直流输出电压平均值，单位为伏特(V)。

g) 取最大值作为测量结果。

## 6.11 并网切换时间测试

### 6.11.1 并网切换时间测试电路

户用光储一体机并网切换时间测试电路可按图 6 的规定执行。

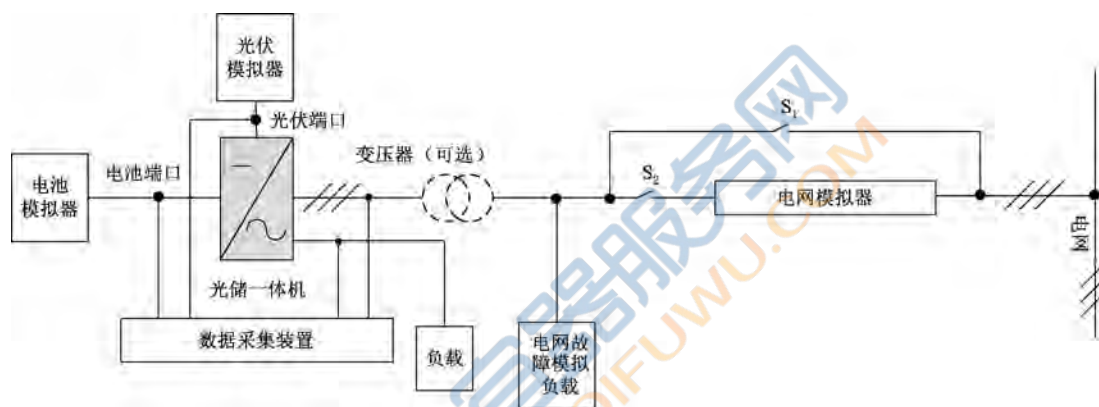


图 6 并网切换时间测试电路示意图

### 6.11.2 非计划性离网切换时间测试

非计划性离网切换时间测试方法应满足以下要求：

- 设定被测户用光储一体机工作在并网充电模式下；
- 设定被测户用光储一体机工作在额定功率状态；
- 按图 6 连接相关测试装置和被测户用光储一体机，闭合开关  $S_1$ ；
- 被测户用光储一体机运行稳定后，断开开关  $S_1$ ；
- 用采集装置记录从开关  $S_1$  断开到户用光储一体机网侧电压恢复正常所用的时间；
- 设定被测户用光储一体机分别工作在额定功率的 60% 和 30% 状态下，重复 c) 到 e)；
- 被测户用光储一体机工作在放电条件下，重复 b) 到 f)。

### 6.11.3 计划性离网切换时间测试

计划性离网切换时间测试方法应满足以下要求：

- 设定被测户用光储一体机工作在并网充电模式下；
- 设定被测户用光储一体机工作在额定功率状态；
- 按图 6 连接相关测试装置和被测户用光储一体机，闭合开关  $S_1$ ；
- 被测户用光储一体机运行稳定后，上位机下发断开开关  $S_1$  指令；
- 用采集装置记录从上位机下发断开开关  $S_1$  指令到被测户用光储一体机网侧电压恢复正常的

时间；

- f) 设定被测户用光储一体机分别工作在额定功率的 60%和 30%状态下,重复 c)到 e)；
- g) 被测户用光储一体机工作在放电条件下,重复 b)到 f)。

#### 6.11.4 离网转并网切换时间测试

离网转并网切换时间测试方法应满足以下要求：

- a) 按照图 6 连接相关测试装置和被测户用光储一体机；
- b) 设定被测户用光储一体机工作在离网额定功率放电状态；
- c) 被测户用光储一体机运行稳定后,上位机下发闭合开关  $S_1$  指令；
- d) 用采集装置记录从上位机下发闭合开关  $S_1$  指令到户用光储一体机电压恢复正常的时间；
- e) 设定被测户用光储一体机分别工作在额定功率的 60%和 30%放电状态下,重复 c)到 d)。

#### 6.12 运行方式切换控制测试

运行方式切换控制测试方法应满足以下要求：

- a) 设定被测户用光储一体机工作在并网运行状态；
- b) 调节被测户用光储一体机的运行方式,包括光伏优先、电网优先、储能电池优先,切换户用光储一体机的运行方式；
- c) 观察被测户用光储一体机运行方式是否正确切换。

#### 6.13 通信测试

##### 6.13.1 户用光储一体机与上位机通信测试

户用光储一体机与上位机通信测试方法应满足以下要求：

- a) 将被测户用光储一体机通过通信转换模块与 PC 机(上位机)连接,或直接与 PC 机(上位机)连接；
- b) 检查上位机能否采集被测户用光储一体机的电压、电流、功率等实时数据；
- c) 检查上位机能否控制被测户用光储一体机的开关机以及能否控制输出的有功功率和无功功率；
- d) 检查上位机数据是否与被测户用光储一体机的本地数据一致。

##### 6.13.2 户用光储一体机与电池管理系统(BMS)通信测试

户用光储一体机与 BMS 通信测试方法应满足以下要求：

- a) 将被测户用光储一体机通过通信转换模块与 BMS 连接,或直接与 BMS 连接；
- b) 检查被测户用光储一体机能否采集 BMS 的电压、电流、温度、荷电状态(SOC)、健康状态(SOH)等实时数据；
- c) 检查 BMS 数据是否与被测户用光储一体机的本地数据一致。

## 7 安全性能测试

### 7.1 可触及性测试

可触及性测试方法应满足 GB/T 37409 的相关规定。

## 7.2 保护连接测试

保护连接测试方法应满足以下要求：

- a) 测试设备宜选取距离保护接地端子最远端的金属导体；
- b) 在户用光储一体机不带电的工况下，断开接地端子与外部接地线之间的保护连接；
- c) 将接地电阻测试仪的两极分别接在接地端子和可接触导电部位；
- d) 试验电流应为 2 倍过电流保护值与 32 A 中的较大值；
- e) 试验电流持续时间应符合表 2 的规定；
- f) 测量保护连接的电阻值或电压降。

表 2 保护连接试验持续时间

过电流保护装置等级/A	试验持续时间/min
<16	2
16~30	2
31~60	4
61~100	6

## 7.3 绝缘强度测试

绝缘强度测试方法应满足以下要求。

- a) 测试前应断开过电压保护器件(如压敏电阻等)。
- b) 在被测户用光储一体机以下位置施加测试电压：
  - 主电路所有接线端子和外壳或安装板之间；
  - 基本绝缘隔离的两电路之间；
  - 加强绝缘隔离的两电路之间。
- c) 测试电压波形应为 50 Hz 标准正弦波形，测试时间为 60 s；试验路径中有电容器时，试验可采用直流电压，直流电压值应等于规定的交流电压峰值。户用光储一体机电路，若与电网直接连接，则试验电压应符合表 3 的规定；不与电网直接连接的电路，试验电压应符合表 4 的规定。

表 3 与电网直接连接电路的试验电压

系统电压/V	带基本绝缘的电路的型式试验电压值/V		带保护隔离的电路的型式试验电压值 电路可接触表面(导电或非导电,但不 不连接到保护接地)的型式试验电压值/V	
	交流电压有效值	直流电压	交流电压有效值	直流电压
≤50	1 250	1 770	2 500	3 540
100	1 300	1 840	2 600	3 680
150	1 350	1 910	2 700	3 820
300	1 500	2 120	3 000	4 240
600	1 800	2 545	3 600	5 090

表 3 与电网直接连接电路的试验电压（续）

系统电压/V	带基本绝缘的电路的型式试验电压值/V		带保护隔离的电路的型式试验电压值 电路可接触表面(导电或非导电,但不 不连接到保护接地)的型式试验电压值/V	
	交流电压有效值	直流电压	交流电压有效值	直流电压
1 000	2 200	3 110	4 400	6 220
注：允许插值。				

表 4 不与电网直接连接的电路的试验电压

工作电压 (重复峰值)/V	带基本绝缘的电路的 型式试验电压值/V		带保护隔离的电路的型式试验电压值电路 可接触表面(导电或非导电,但不连接 到保护接地)的型式试验电压值/V	
	交流电压有效值	直流电压	交流电压有效值	直流电压
≤71	80	110	160	220
141	160	225	320	450
212	240	340	480	680
330	380	530	760	1 100
440	500	700	1 000	1 400
600	680	960	1 400	1 900
1 000	1 100	1 600	2 200	3 200
注：允许插值。				

#### 7.4 冲击电压测试

冲击电压测试方法按 GB/T 17627 的相关规定执行。

#### 7.5 局部放电测试

局部放电测试方法按 GB/T 37409 的相关规定执行。

#### 7.6 光伏方阵和储能电池绝缘阻抗测试

##### 7.6.1 光伏方阵和储能电池绝缘阻抗测试电路

光伏方阵和储能电池绝缘阻抗测试电路可按图 7 的规定执行。

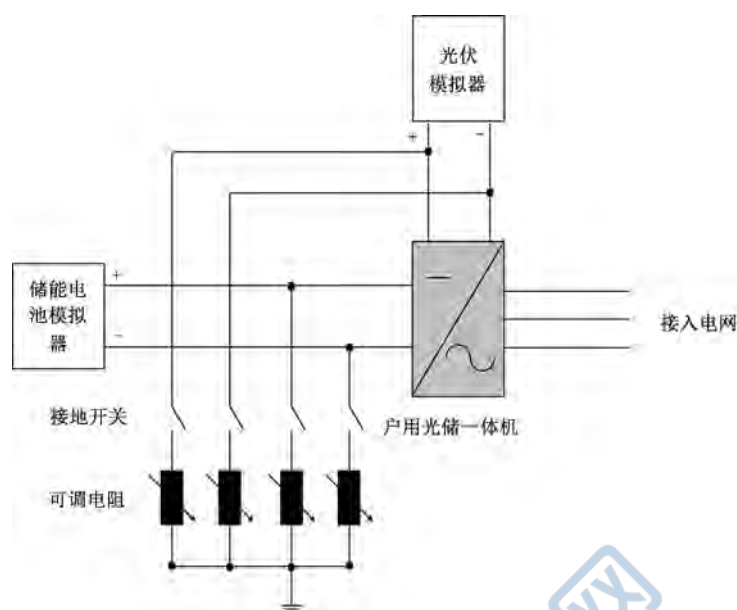


图 7 绝缘阻抗测试能力测试电路示意图

## 7.6.2 测试步骤

### 7.6.2.1 光伏方阵绝缘阻抗测试

光伏方阵绝缘阻抗测试方法应满足以下要求：

- 将可调电阻的阻抗调节为光伏方阵直流输入最大电压  $U_{\max, \text{pv}}$  的 90% 与 30 mA 的比值；
- 闭合接地开关,使被测户用光储一体机光伏方阵直流输入的“+”极或“-”极通过可调电阻接地；
- 调节光伏模拟器输出的直流电压为被测户用光储一体机的额定直流输入电压值；
- 测试被测户用光储一体机是否并网,测试被测户用光储一体机是否指示故障状态。

### 7.6.2.2 储能电池绝缘阻抗测试

储能电池绝缘阻抗测试方法应满足以下要求：

- 将可调电阻的阻抗调节为储能电池直流输入最大电压  $U_{\max, \text{ess}}$  的 90% 与 30 mA 的比值；
- 闭合接地开关,使被测户用光储一体机储能电池直流输入的“+”极或“-”极通过可调电阻接地；
- 调节储能模拟器输出的直流电压为被测户用光储一体机的额定直流输入电压值；
- 测试被测户用光储一体机是否并网,测试被测户用光储一体机是否指示故障状态。

## 7.7 光伏方阵和储能电池残余电流测试

### 7.7.1 光伏方阵和储能电池残余电流测试电路

光伏方阵和储能电池残余电流测试电路可按图 8 的规定执行。

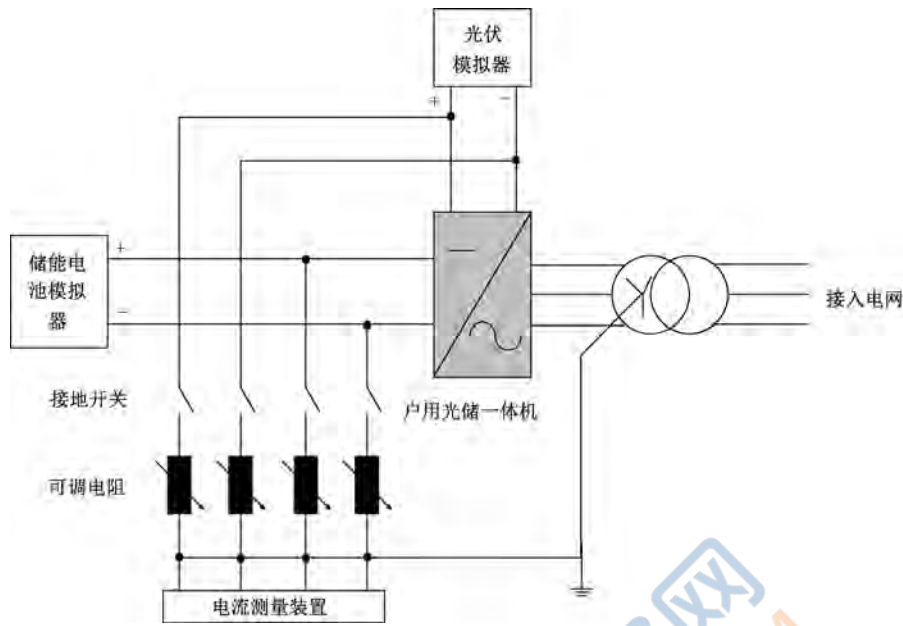


图 8 残余电流测试能力测试电路示意图

### 7.7.2 连续残余电流测试步骤

#### 7.7.2.1 光伏方阵连续残余电流

光伏方阵连续残余电流测试方法应满足以下要求：

- 关闭被测户用光储一体机光伏方阵绝缘阻抗测试能力的功能；
- 光伏方阵最高直流输入电压工况下，调节光伏模拟器使被测户用光储一体机工作在额定功率；
- 将可调电阻的阻抗调节为光伏方阵直流输入最大电压  $U_{\max, \text{pv}}$  与 10 mA 的比值；
- 闭合接地开关，使被测户用光储一体机光伏方阵直流输入的“+”极或“-”极通过可调电阻接地；
- 逐步降低可调电阻的电阻值直至被测户用光储一体机与电网断开连接；
- 记录被测户用光储一体机残余电流保护装置动作时的电流值。

#### 7.7.2.2 储能电池连续残余电流

储能电池连续残余电流测试方法应满足以下要求：

- 关闭被测户用光储一体机储能电池绝缘阻抗测试能力的功能；
- 储能电池最高直流输入电压工况下调节储能模拟器使被测户用光储一体机工作在额定功率；
- 将可调电阻的阻抗调节为储能电池直流输入最大电压  $U_{\max, \text{ess}}$  与 10 mA 的比值；
- 闭合接地开关，使被测户用光储一体机的储能电池直流输入的“+”极或“-”极通过可调电阻接地；
- 逐步降低可调电阻的电阻值直至被测户用光储一体机与电网断开连接；
- 记录被测户用光储一体机残余电流保护装置动作时的电流值。

### 7.7.3 突变残余电流测试步骤

突变残余电流测试方法应满足以下要求：



- 关闭被测户用光储一体机方阵绝缘阻抗测试能力和连续残余电流测试能力的功能；
- 光伏方阵最高直流输入电压工况下使被测户用光储一体机工作在额定功率；
- 分别将可调电阻的阻抗调节为光伏方阵直流输入最大电压  $U_{\max, \text{pv}}$  与 30 mA、60 mA、150 mA 的比值；
- 闭合接地开关,使被测户用光储一体机光伏方阵直流输入的“+”极或“-”极通过可调电阻接地；
- 记录从接地开关闭合到被测户用光储一体机与电网断开的时间。

## 7.8 接触电流测试

接触电流测试方法按 GB/T 37409 的相关规定进行。

## 7.9 短路保护测试

### 7.9.1 短路保护测试电路

户用光储一体机离网运行和并网运行的短路保护测试电路可按图 9 的规定执行。

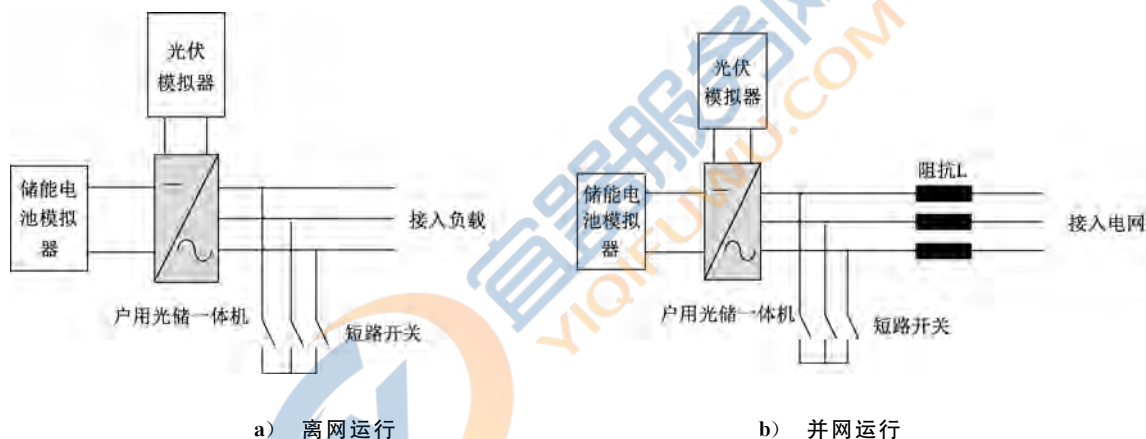


图 9 户用光储一体机短路保护测试电路示意图

### 7.9.2 测试步骤

#### 7.9.2.1 离网运行短路保护测试

离网运行短路保护测试方法应满足以下要求：

- 被测户用光储一体机光伏直流输入侧接入光伏模拟器,电池直流输入侧接入储能电池模拟器,交流输出侧接入负载；
- 将短路开关接入被测户用光储一体机交流输出侧；
- 使被测户用光储一体机运行在额定功率条件下；
- 操作短路开关使被测户用光储一体机交流输出侧的相对中性点(单相户用光储一体机)或三相之间(三相户用光储一体机)发生短路故障；
- 测试被测户用光储一体机是否断开交流侧回路,并记录从短路开关闭合到被测户用光储一体机输出电流为零所用的时间。

#### 7.9.2.2 并网运行短路保护测试

并网运行短路保护测试方法应满足以下要求：

- a) 被测户用光储一体机光伏直流输入侧接入光伏模拟器,电池直流输入侧接入储能电池模拟器,交流输出侧通过阻抗 L 接入电网;
- b) 将短路开关接入被测户用光储一体机交流输出侧;
- c) 使被测户用光储一体机运行在额定功率条件下;
- d) 操作短路开关使被测户用光储一体机交流输出侧的相中性点(单相户用光储一体机)或三相之间(三相户用光储一体机)发生短路故障;
- e) 测试被测户用光储一体机是否断开交流侧回路,并记录从短路开关闭合到被测户用光储一体机输出电流为零所用的时间。

#### 7.10 存储电荷放电测试

存储电荷放电测试方法按 GB/T 37409 的相关规定进行。

#### 7.11 防护等级测试

防护等级测试方法按 GB/T 4208 的相关规定进行。

#### 7.12 温升测试

温升测试方法按 GB/T 37409 的相关规定进行。

#### 7.13 噪声测试

噪声测试方法按 GB/T 37409 的相关规定进行。

### 8 电磁兼容性能测试

#### 8.1 电磁骚扰测试

##### 8.1.1 传导骚扰测试

传导骚扰测试方法应满足以下要求:

- a) 被测设备布置方式应满足 GB 4824 的相关要求。壁挂式户用光储一体机应使用木质挂架,户用光储一体机底部对参考地平面垂直高度应为 0.8 m,线缆自然下垂;
- b) 测试前关闭带有主动发射的通信装置,按照典型应用要求配置有线通信/控制功能;
- c) 按照 GB 4824 规定的方法测试交直流端口传导骚扰值,按照 GB/T 9254 规定的方法测试电信端口有线网络端口和信号/控制端口(仅针对实际使用长度大于 30 m)的传导骚扰值,测试应包含以下典型工况:
  - 额定输出功率,额定交流电压,光伏额定功率 MPPT 最低直流电压;
  - 额定输出功率,额定交流电压,光伏额定功率 MPPT 最高直流电压;
  - 额定输出功率,额定交流电压,光伏额定直流电压;
  - 额定输出功率,额定交流电压,储能电池额定功率最低直流电压;
  - 额定输出功率,额定交流电压,储能电池额定功率最高直流电压;
  - 额定输出功率,额定交流电压,储能电池额定直流电压;
  - 空载待机状态,额定交流电压,直流无输入。

##### 8.1.2 辐射骚扰测试

辐射骚扰测试方法应满足以下要求:

- a) 被测设备布置应满足 GB 4824 的相关要求。壁挂式户用光储一体机应使用木质挂架,户用光储一体机底部对参考地平面垂直高度应为 0.8 m,线缆自然下垂;
- b) 按图 10 的方法在参考地平面或辅助设备侧布置共模吸收装置进行去耦,应记录共模吸收装置的相关参数;
- c) 测试前关闭带有主动发射的通信装置,按照典型应用要求配置有线通信/控制功能;
- d) 应按 GB 4824 规定的方法测试辐射骚扰值;当户用光储一体机的圆柱体测试区域尺寸直径超过 1.2 m 或高超过 1.5 m 时,应使用 10 m 及以上测试距离,并对测量数据进行归一化处理。

测试应包含以下典型工况:

- 额定输出功率,额定交流电压,光伏额定功率 MPPT 最低直流电压;
- 额定输出功率,额定交流电压,光伏额定功率 MPPT 最高直流电压;
- 额定输出功率,额定交流电压,光伏额定直流电压;
- 额定输出功率,额定交流电压,储能电池额定功率最低直流电压;
- 额定输出功率,额定交流电压,储能电池额定功率最高直流电压;
- 额定输出功率,额定交流电压,储能电池额定直流电压;
- 空载待机状态,额定交流电压,直流无输入。

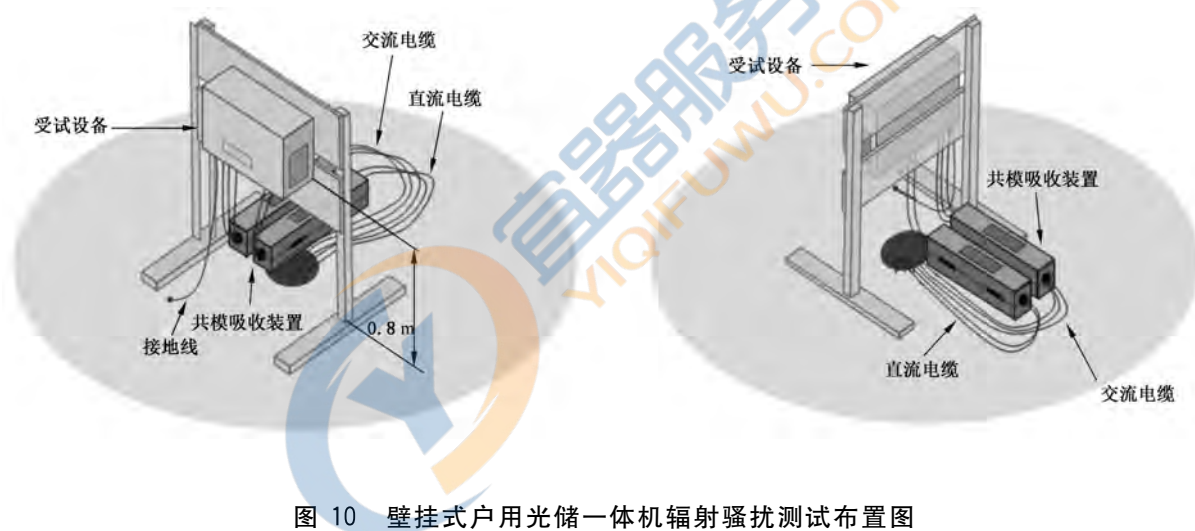


图 10 壁挂式户用光储一体机辐射骚扰测试布置图

## 8.2 抗扰度测试

### 8.2.1 静电放电抗扰度测试

静电放电抗扰度测试方法应满足以下要求:

- a) 按照被测户用光储一体机典型安装方式进行布置,同时应满足 GB/T 17626.2 的相关规定。壁挂式户用光储一体机应使用木质挂架,户用光储一体机底部对参考地平面垂直高度应为 0.8 m,线缆自然下垂。
- b) 在被测户用光储一体机正常运行工况下,按照 GB/T 17626.2 规定的方法进行测试。

### 8.2.2 射频电磁场辐射抗扰度测试

射频电磁场辐射抗扰度测试方法应满足以下要求。

- a) 按照被测户用光储一体机典型安装方式进行布置,同时应满足 GB/T 17626.3 的相关规定。壁挂式户用光储一体机应使用木质挂架,户用光储一体机底部对参考地平面垂直高度应为

0.8 m, 线缆自然下垂。

- b) 在被测户用光储一体机正常运行工况下,按照 GB/T 17626.3 规定的方法进行测试,并满足以下要求:
  - 1) 测试频率:80 MHz~6 000 MHz;
  - 2) 调制方式:AM 1 kHz,调制深度 80%。

### 8.2.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度测试

电快速瞬变脉冲群抗扰度测试方法应满足以下要求。

- a) 按照户用光储一体机典型安装方式进行布置,同时应满足 GB/T 17626.4 的相关规定。壁挂式户用光储一体机应使用木质挂架,户用光储一体机底部对参考地平面垂直高度应为 0.1 m,线缆自然下垂。
- b) 在被测户用光储一体机正常运行工况下,按照 GB/T 17626.4 规定的方法进行测试,并满足以下要求:
  - 1) 测试端口:输入输出电源端口、有线网络端口和信号/连接长度大于 3 m 的控制端口;
  - 2) 重复频率:5 kHz 和 100 kHz。

### 8.2.4 浪涌(冲击)抗扰度测试

浪涌(冲击)抗扰度测试方法应满足以下要求。

- a) 按照户用光储一体机典型安装方式要求进行布置,并应满足 GB/T 17626.5 的相关规定,壁挂式户用光储一体机可垂直或水平放置,线缆自然下垂。
- b) 在被测户用光储一体机正常运行工况下,按照 GB/T 17626.5 规定的方法进行测试,并满足以下要求:
  - 1) 测试端口:输入输出电源端口、有线网络端口和信号/连接长度大于 10 m 的控制端口;
  - 2) 超出电源网络耐压极限时,可通过端口降压的方式进行测试。

### 8.2.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度测试

射频场感应的传导骚扰抗扰度测试方法应满足以下要求。

- a) 按照户用光储一体机典型安装方式进行布置,同时满足 GB/T 17626.6 的相关规定,壁挂式户用光储一体机应使用木质挂架,户用光储一体机底部对参考地平面垂直高度应为 0.1 m,线缆自然下垂。
- b) 在被测户用光储一体机正常运行工况下,按照 GB/T 17626.6 规定的方法进行测试,并满足以下要求:
  - 1) 测试端口:输入输出电源端口、有线网络端口和信号/连接长度大于 3 m 的控制端口;
  - 2) 测试频段:0.15 MHz~80 MHz;
  - 3) 调制方式:AM 1 kHz,调制深度 80%;
  - 4) 超出电源网络耐压极限时,可采用嵌注入或通过端口降压的方式进行测试。

### 8.2.6 工频磁场抗扰度测试

工频磁场抗扰度测试方法应满足以下要求。

- a) 按照户用光储一体机典型安装方式进行布置,并应满足 GB/T 17626.8 的相关规定,壁挂式户用光储一体机使用木质挂架,线缆自然下垂。

b) 在被测户用光储一体机正常运行工况下,按照 GB/T 17626.8 规定的方法进行测试。

## 9 环境适应性测试

### 9.1 低温测试

低温测试方法按 GB/T 2423.1 的相关规定进行。

### 9.2 高温测试

高温测试方法按 GB/T 2423.2 的相关规定进行。

### 9.3 交变湿热测试

交变湿热测试方法按 GB/T 2423.4 的相关规定进行。

### 9.4 恒定湿热存储测试

恒定湿热存储测试方法按 GB/T 37409 的相关规定进行。

### 9.5 盐雾测试

盐雾测试方法按 GB/T 2423.18 的相关规定进行。

## 10 外观与机械性能测试

### 10.1 外观与结构测试

通过目测,观察户用光储一体机是否满足以下要求:

- a) 标牌、标识、标记完整清晰;
- b) 外观及结构无明显变形,油漆或电镀应牢固、平整,无剥落、锈蚀及裂痕等现象;
- c) 机架面板应平整,文字和符号要求清楚、整齐、规范、正确;
- d) 开关灵活可靠。

### 10.2 稳定性测试

稳定性测试方法按 GB/T 37409 的相关规定进行。

### 10.3 搬运测试

搬运测试方法按 GB/T 37409 的相关规定进行。

### 10.4 机械性能测试

机械性能测试方法应满足以下要求:

- a) 冲击性能测试方法按 GB/T 2423.5 的相关规定执行;
- b) 跌落性能测试方法按 GB/T 2423.7 的相关规定执行;
- c) 振动性能测试方法按 GB/T 2423.10 的相关规定执行。

附录 A

(资料性)

户用光储一体机典型拓扑结构

户用光储一体机典型拓扑结构见图 A.1。

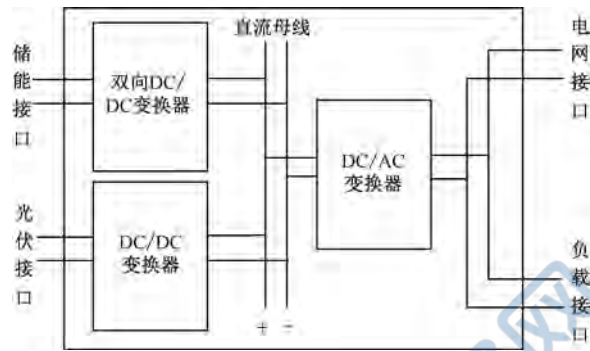


图 A.1 户用光储一体机典型拓扑结构