

团 体 标 准

T/FJAS 014—2022

T/FZWLW 19—2022

锂电池（组）保护板测试系统

Lithium battery (pack) protective circuit
module test system

2022-07-23 发布

2022-07-23 实施

福建省标准化协会

发布

福州经济技术开发区物联网产业协会

目 次

目 次.....	I
前 言.....	IV
引 言 I.....	V
引 言 II.....	VI
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 类别.....	2
6 技术要求.....	2
6.1 使用环境.....	3
6.2 一般检查要求.....	3
6.3 功能.....	3
6.3.1 电量管理 IC 芯片测试功能.....	3
6.3.2 基本特性测试功能.....	3
6.3.3 保护性能测试功能.....	3
6.3.4 其他功能.....	3
6.4 电气性能.....	4
6.5 环境适应性.....	6
6.5.1 工作温度下限.....	6
6.5.2 工作温度上限.....	6
6.5.3 低温启动.....	6
6.5.4 高温启动.....	6
6.5.5 低温贮存.....	6
6.5.6 高温贮存.....	6
6.5.7 稳态正弦振动.....	6
6.5.8 恒定湿热.....	6
6.5.9 温升.....	6
6.5.10 噪声.....	6
6.5.11 电网适应性.....	7
6.6 安全.....	7
6.6.1 输出直流、交流漏电电压.....	7
6.6.2 接地电阻.....	7
6.6.3 电网侧输入过压、欠压保护.....	7
6.6.4 过温保护.....	7
6.6.5 绝缘电阻.....	7
6.6.6 泄漏电流.....	7
6.6.7 绝缘耐压.....	7
6.7 电磁兼容（EMC）.....	7
6.7.1 电磁骚扰.....	7
6.7.2 电磁抗扰度（EMS）.....	7

6.8 防护等级	7
7 试验方法	7
7.1 测试条件	7
7.1.1 试验环境条件	8
7.1.2 电网质量条件	8
7.2 测试仪器要求	8
7.3 一般检查	8
7.4 功能验证	8
7.4.1 第 6.3.1、6.3.2、6.3.3 条及第 6.3.4.3 条功能的验证	8
7.4.2 第 6.3.4 条（除第 6.3.4.3 条外）功能的验证	8
7.5 电气性能测试	8
7.5.1 自校准	8
7.5.2 输出电压误差测试	8
7.5.3 输出电压波形参数测试	9
7.5.4 输出电压纹波和噪声测试	9
7.5.5 充电、放电电流误差测试	10
7.5.6 输出电流波形参数测试	10
7.5.7 输出电流纹波和噪声测试	11
7.5.8 电子负载电流误差测试	11
7.5.9 导通阻抗测量误差测试	12
7.5.10 电阻（THR、IDR）测量误差测试	13
7.5.11 环境温度测量误差测试	13
7.6 环境适应性试验	13
7.6.1 工作温度下限试验	14
7.6.2 工作温度上限试验	14
7.6.3 低温启动试验	14
7.6.4 高温启动试验	14
7.6.5 低温贮存试验	14
7.6.6 高温贮存试验	14
7.6.7 稳态正弦振动试验	14
7.6.8 恒定湿热试验	14
7.6.9 温升试验	15
7.6.10 噪声试验	15
7.6.11 电网适应性试验	15
7.7 安全性试验	15
7.7.1 输出直流、交流漏电电压测试	15
7.7.2 接地电阻试验	15
7.7.3 电网侧输入过压、欠压保护试验	15
7.7.4 过温保护试验	15
7.7.5 绝缘电阻试验	16
7.7.6 泄漏电流试验	16
7.7.7 绝缘耐压试验	16
7.8 电磁兼容性试验	16
7.8.1 电磁骚扰试验	16
7.8.2 射频电磁场辐射抗扰度试验	16

7.8.3 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	16
7.8.4 静电放电抗扰度试验	16
7.8.5 (供电电源端口) 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	16
7.8.6 (供电电源端口) 浪涌(冲击)抗扰度试验	16
7.8.7 工频磁场抗扰度试验	16
7.8.8 电压暂降和短时中断的抗扰度试验	16
7.9 防护等级试验	16
8 检验规则	16
8.1 型式试验	16
8.2 出厂检验	17
8.3 试验项目	17
9 标志、包装、运输、贮存	18
9.1 标志	18
9.1.1 产品标志	18
9.1.2 包装标志	18
9.2 包装	19
9.2.1 随同产品供应的技术文件	19
9.2.2 产品包装	19
9.3 运输	19
9.4 贮存	19
参考文献	20

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。

本文件由福建星云电子股份有限公司提出。

本文件由福建省标准化协会归口。

本文件起草单位：福建星云电子股份有限公司、福建省标准化研究院、福建飞毛腿动力科技有限公司、深圳天邦达科技有限公司、上海市质量监督检验技术研究院。

本文件主要起草人：刘震、刘伟、邓秉杰、陈兴、李海晏、王彬彬、俞峰、朱万勇、苟盼、陈铄。

引 言 |

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到第6.4条与电压、电流、导通阻抗及电阻测量性能要求相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：福建星云电子股份有限公司。

地址：福建自贸区福州片区马尾石狮路6号星云科技园。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。

本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

引 言 II

为促进标准的市场推广与应用，特将福建省标准化协会发布的每一个标准文件生成对应的唯一一个二维码。赋码规则遵照国际标准《ISO/IEC 15459 信息技术 自动识别与采集技术 唯一标识》，该标准的主导单位是中关村工信二维码技术研究院（简称“ZIIOT”）。2018年8月1日，ZIIOT获得国际标准化组织（ISO）、欧洲标准委员会（CEN）、国际自动识别与移动技术协会（AIM Global）三大国际组织共同认可，成为国际代码发行机构，发行代码（IAC）为“MA”，是首家设立在中国的国内全球代码发行机构。代码“MA”的福建发码机构是福建省标准化协会统一标识委员会的秘书处所在单位。该码内容包含但不限于以下信息：

- 本文件的代号和名称；
- 本文件的归口、发布单位以及秘书处联系方式；
- 本文件的起草单位；
- 本文件的主要起草人；
- 本文件的起草单位的品牌；
- 本文件的起草单位及联络人的联系方式。



锂电池（组）保护板测试系统

1 范围

本文件规定了锂电池（组）保护板测试系统的类别、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于手机数码锂电池（组）保护板测试系统、笔记本锂电池（组）保护板测试系统及动力锂电池（组）保护板测试系统。

注：动力锂电池（组）保护板测试系统适用于电动工具、园林工具、电动自行车、电动摩托车、后备电源、便携式移动电源等产品的锂电池（组）保护板。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1—2008 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—2008 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 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 4706.1—2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB/T 4798.2—2021 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第2部分：运输和装卸

GB 4824—2019 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法

GB 6587—2012 电子测量仪器通用规范

GB/T 10233—2016 低压成套开关设备和电控设备基本试验方法

GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

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 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 18268.1—2010 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求

3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.41、GB/T 2900.89、GB/T 8897.4、GB/T 4365 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锂电池（组）保护板 lithium battery (pack) protective circuit module

一般由控制 IC、开关器件、电阻、电容及辅助器件构成，对锂电池（组）起保护作用的线路板。

注1：保护包括过压保护、欠压保护、过流保护、短路保护、过温保护、反接保护等。

注2：在本文件中简称“保护板”。

3.2**锂电池（组）保护板测试系统 lithium battery (pack) protective circuit module test system**

用于对锂电池（组）保护板的功能和性能进行测试的设备系统。

3.3**模拟电池 simulated battery**

用于模拟锂离子单体电池（电芯）电压状态的电路。

3.4**PACK 电压 battery pack voltage**

电池组的输出端电压。

3.5**导通阻抗 conduction impedance**

保护板输入端与输出端之间线路及器件的阻抗总和。

3.6**消耗电流 consumption current**

保护板接入单体电池（电芯）后自身消耗的电流。

3.7**测试通道 test channel**

具备所有测试功能的最小回路单元。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CAN：控制器局域网（Control Area Network）

EMC：电磁兼容（Electromagnetic Compatibility）

EMS：电磁抗扰度（Electromagnetic Susceptibility）

ESD：静电放电（Electro-Static Discharge）

F.S.：满量程（Full Scale）

IC：集成电路（Integrated Circuit）

IDR：识别电阻（Identification Resistance）

PCM：保护电路模块，又称保护板（Protective Circuit Module）

R.D.：读取数据（Reading Data）

THR：热敏电阻（Thermistor）

5 类别

锂电池（组）保护板测试系统按用途可分为手机数码锂电池（组）保护板测试系统、笔记本锂电池（组）保护板测试系统、动力锂电池（组）保护板测试系统。

6 技术要求

6.1 使用环境

- 6.1.1 工作温度：20℃~30℃。
- 6.1.2 贮存温度：-20℃~50℃。
- 6.1.3 工作湿度：≤85%RH。
- 6.1.4 供电电源
- 6.1.4.1 电压：AC（220±10%）V。
- 6.1.4.2 频率：（50±5）Hz。

6.2 一般检查要求

一般检查项目应符合表1要求。

表1 一般检查项目要求及方法

序号	类型	项目	要求	检查方法
1	整机检查	整机尺寸	尺寸应符合产品技术规格书或客户要求	尺寸测量
2		通道数	主机测试通道数应符合产品技术规格书或客户要求	核对技术文件
3		设备重量测试	整机或整柜重量应符合产品技术规格书或客户要求	称重
4		机箱或机柜外观	结构应不变形，钣金应贴合无缝隙	目测
			表面应平整破损，无锈蚀、裂纹、涂覆层剥落等损伤，无刮痕、毛刺、尖锐处，无色差；文字和标识应清晰	目测
			塑料件应无起泡、开裂、变形	目测
			控制机构应灵活；紧固部位应无松动	手动检查
5	安全标识检查	高压、高温等位置应有安全标识，且未被遮挡	目测	
6	保护机制检查	保护装置参数检查	保险丝、空气断路器等参数应符合要求	核对技术文件
7		绝缘防护措施	强电裸露部分应有绝缘防护	目测

6.3 功能

6.3.1 电量管理 IC 芯片测试功能

应能对保护板的电量管理IC芯片进行测试，包括通过通讯总线对管理IC芯片进行配置信息的写入及核对，及PCM校准（包括电压、电流、温度的校准）等。

6.3.2 基本特性测试功能

应能对保护板的基本特性进行测试，包括开路电压、带载电压测量，导通阻抗测量，热敏电阻（THR）、识别电阻（IDR）测量，消耗电流测量等。

注：带载电压测量是指在模拟保护板正常工作的条件下测量PACK电压。

6.3.3 保护性能测试功能

应能对保护板的保护功能进行测试，包括充电控制及放电控制的PACK电压过压、欠压保护测试，单节电池的过压、欠压保护测试，充、放电过流保护测试，充、放电过温保护测试，短路保护测试、反接保护测试、预充测试等。

6.3.4 其他功能

- 6.3.4.1 应能通过手动或自动方式选择需要升级的模块及程序文件进行烧录。

- 6.3.4.2 应能通过手动或自动方式以高精度电压表、电流表的读数作为参考值进行自校准。
- 6.3.4.3 应具有测试数据的记录、保存、上传、下载功能。
- 6.3.4.4 应至少具有以太网、RS232、RS485、USB、CAN中的一种接口。
- 6.3.4.5 宜具有自检（自诊断）功能。

6.4 电气性能

单个测试通道在常温（一般取25℃）下的电气性能应符合表2的要求。

表2 电气性能要求

序号	项目	电气性能要求		
		手机数码锂电池（组）保护板测试系统	笔记本锂电池（组）保护板测试系统	动力锂电池（组）保护板测试系统
1	输出电压范围及最大允许误差	(200~5000)mV: $\pm(0.01\%R.D.+0.01\%F.S.)$ (5000~10000)mV: $\pm(0.01\%R.D.+0.02\%F.S.)$	(20~5000)mV: $\pm(0.01\%R.D.+0.01\%F.S.)$ (5000~20000)mV: $\pm(0.01\%R.D.+0.05\%F.S.)$	(3~180)V: $\pm(0.1\%R.D.+1mV)$
2	充电、放电电流范围及最大允许误差	(20~3000)mA: $\pm(0.01\%R.D.+0.02\%F.S.)$ 2000mA: $\pm 0.5mA$ (3000~16000)mA: $\pm(0.01\%R.D.+0.02\%F.S.)$ (16000~30000)mA: $\pm(0.05\%R.D.+0.02\%F.S.)$	(20~3000)mA: $\pm(0.01\%R.D.+0.20\%F.S.)$ 2000mA: $\pm 0.5mA$ (3000~20000)mA: $\pm(0.01\%R.D.+5mA)$ (20000~30000)mA: $\pm(0.05\%R.D.+5mA)$	(0~10)A: $\pm(0.1\%R.D.+0.05\%F.S.)$ (0~30)A: $\pm(0.1\%R.D.+0.05\%F.S.)$ (0~300)A: $\pm(0.5\%R.D.+0.05\%F.S.)$
3	电子负载电流范围及最大允许误差	(20~3000)mA: $\pm(0.01\%R.D.+0.05\%F.S.)$	(20~3000)mA: $\pm(0.1\%R.D.+0.5mA)$	(100~3000)mA: $\pm(0.1\%R.D.+2mA)$
4	模拟电池充电、放电电压范围及最大允许误差	(5~5000)mV: $\pm 0.2mV$	(100~5000)mV: $\pm 0.5mV$	(0.1~5)V: $\pm(0.1\%R.D.+1mV)$
5	模拟电池充电、放电电流范围及最大允许误差	(0~3000)mA: $\pm(0.01\%R.D.+0.05\%F.S.)$ (1~2000) μA : $\pm(0.01\%R.D.+1\mu A)$ (10~1000)nA: $\pm(0.01\%R.D.+5nA)$	(0~3000)mA: $\pm(0.01\%R.D.+0.01\%F.S.)$ (1~2000) μA : $\pm(0.01\%R.D.+1\mu A)$ (10~1000)nA: $\pm(0.01\%R.D.+20nA)$	(1~3000)mA: $\pm(0.1\%R.D.+1mA)$ (1~2000) μA : $\pm(0.1\%R.D.+1\mu A)$
6	PACK 电压测量范围及最大允许误差	(100~10000)mV: $\pm(0.01\%R.D.+0.01\%F.S.)$		(0~20000)mV: $\pm(0.01\%R.D.+1mV)$
7	输出电压、电流波形	波形应平滑，上升沿、下降沿的波形冲击（突波）都应不超过 10% 上升沿（10%~90%F.S.）时间应不大于 3ms		波形应平滑，上升沿、下降沿的波形冲击（突波）应不超过 5% 上升沿（10%~90%F.S.）响应时间应不大于 10ms
8	输出电压、电流纹波和噪声系数	$\leq 1\%F.S.$		
9	导通阻抗测量范围及最大允许误差	(2~100)m Ω : $\pm 1m\Omega$ (100~1000)m Ω : $\pm(0.01\%RD+5m\Omega)$	(2~1000)m Ω : $\pm(0.1\%R.D.+1m\Omega)$ (1~100) Ω : $\pm 1\Omega$	(1~1000) m Ω : $\pm(0.2\%R.D.+1m\Omega)$
10	电阻（THR、IDR）测量范围及最大允许误差	(5~100) Ω : $\pm 5\Omega$ (100 Ω ~10)k Ω : $\pm(0.5\%R.D.+10\Omega)$ 10k Ω ~1M Ω : $\pm 0.5\%R.D.$		50 Ω ~4k Ω : $\pm(1\%R.D.+2\Omega)$ (4~100)k Ω : $\pm 1\%R.D.$ 100k Ω ~1M Ω : $\pm 1\%R.D.$
11	环境温度测量范围及最大允许误差	(0~100) $^{\circ}C$: $\pm 1^{\circ}C$	(0~100) $^{\circ}C$: $\pm 0.5^{\circ}C$	温度测量范围: (-20~120) $^{\circ}C$, 其中: (-10~85) $^{\circ}C$: $\pm 1^{\circ}C$ 其他范围内: $\pm 2^{\circ}C$

6.5 环境适应性

6.5.1 工作温度下限

设备在第6.1.1条规定的工作温度下限条件下运行，电气性能应符合第6.4条表2（除第7、8项外）的要求。

6.5.2 工作温度上限

设备在第6.1.1条规定的工作温度上限条件下运行，电气性能应符合第6.4条表2（除第7、8项外）的要求。

6.5.3 低温启动

设备在0°C放置4h后，在该温度条件下应能正常启动，且通讯功能正常。

6.5.4 高温启动

设备在45°C放置4h后，在该温度条件下应能正常启动，且通讯功能正常。

6.5.5 低温贮存

设备在第6.1.2条规定的贮存温度下限条件下贮存48h后，外观应符合第6.2条表1第4项的要求。常温下应能正常启动，且通讯功能正常。

6.5.6 高温贮存

设备在第6.1.2条规定的贮存温度上限条件下贮存48h后，外观应符合第6.2条表1第4项的要求。常温下应能正常启动，且通讯功能正常。

6.5.7 稳态正弦振动

按第7.6.7条规定的试验方法进行试验，试验后，设备外观应符合第6.2条表1第4项的要求，电气性能应符合第6.4条表2（除第7、8项外）的要求。

6.5.8 恒定湿热

按第7.6.8条规定的试验方法进行试验，试验后，设备外观应符合第6.2条表1第4项的要求，电气性能应符合第6.4条表2（除第7、8项外）的要求。

6.5.9 温升

在正常试验条件下，设备的有源模块在额定条件下运行，在最大输出电流下长期运行，温升应不超过表3的规定，且这些发热元件及部件不应影响周围元器件的正常工作且无元器件损坏。

表3 锂电池（组）保护板测试系统温升

内部测试点	极限温升/K
DC-DC模块	30
电感	40
变压器	40
功率开关器件	50
输出铜排	20
散热器	50

6.5.10 噪声

按第7.6.10条规定的试验方法进行试验，测得的噪声最大值应不超过70dB。

6.5.11 电网适应性

设备在第6.1.4条规定的电源电压、频率范围内运行，电气性能应符合6.4条表2（除第7、8项外）的要求。

6.6 安全

6.6.1 输出直流、交流漏电电压

设备在仅通电状态下，每一个输出引脚与机箱接地端子之间的直流、交流电压应不超过300mV。

6.6.2 接地电阻

设备内任意应接地点对设备的接地排间的接地电阻应不超过100mΩ。

6.6.3 电网侧输入过压、欠压保护

当电网侧输入出现过压、欠压时，设备应能断电，软件系统告警，且设备无损坏。

6.6.4 过温保护

设备内部温度检测元件（温度传感器）的温度升至预期的保护限值时，设备应能停止工作、告警，且设备无损坏。

6.6.5 绝缘电阻

按第7.7.5条规定的方法进行试验，绝缘电阻应大于10MΩ。

6.6.6 泄漏电流

应符合GB/T 4706.1—2005第16.2条的要求。

6.6.7 绝缘耐压

按第7.7.7条规定的方法进行试验，试验过程中应无放电或击穿，漏电流应不大于10mA。

6.7 电磁兼容（EMC）

6.7.1 电磁骚扰

设备的传导骚扰和辐射骚扰应符合GB 4824—2019第6章中关于1组A类设备的限值规定。

6.7.2 电磁抗扰度（EMS）

设备的电磁抗扰度应符合GB/T 18268.1—2010第6.2条表1的规定，其中外壳静电放电（ESD）采用性能判据C。

6.8 防护等级

设备的防护等级应不低于IP20。

7 试验方法

7.1 测试条件

7.1.1 试验环境条件

7.1.1.1 环境温度：20℃~30℃。

7.1.1.2 湿度：25%RH~75%RH。

7.1.1.3 大气压力：86kPa~106kPa。

7.1.2 电网质量条件

7.1.2.1 供电电源频率偏差应符合GB/T 15945的规定。

7.1.2.2 供电电源电压偏差应符合GB/T 12325的规定。

7.2 测试仪器要求

除另有规定外，试验中所使用的仪器仪表应满足下列要求：

- a) 所用测量仪器、仪表通过计量检定或校准，证书在有效期内；
- b) 测量仪器、仪表的测量范围覆盖被测量的测量范围；
- c) 测试仪器、仪表或系统的测量不确定度优于被测量的允许误差的1/3。

7.3 一般检查

采用目测、尺寸测量、称重、核对技术文件等方法对第6.2条所列的项目进行检查。

7.4 功能验证

7.4.1 第 6.3.1、6.3.2、6.3.3 条及第 6.3.4.3 条功能的验证

7.4.1.1 宜由测试系统产品的采购方与提供方双方共同验证，验证过程中所用的保护板由采购方提供。

注：由于验证第7.4.1条所涉及的功能时需使用保护板，而目前并无“标准保护板”或“保护板样品标准”，且不同的采购方所用的保护板也不相同，故建议由采购方与提供方共同验证，该项验证可不作为第三方检验的项目。

7.4.1.2 保护板应具备电量管理和第6.3.3条规定的保护功能。

7.4.1.3 按制造商提供的使用说明书和软件系统进行功能验证。

7.4.2 第 6.3.4 条（除第 6.3.4.3 条外）功能的验证

按制造商提供的使用说明书和软件系统进行功能验证。

7.5 电气性能测试

7.5.1 自校准

对于具有手动或自动校准功能的系统（模块），应在完成自校准之后，进行电气性能测试。

7.5.2 输出电压误差测试

7.5.2.1 测试方法示意图

测试方法示意图见图1。

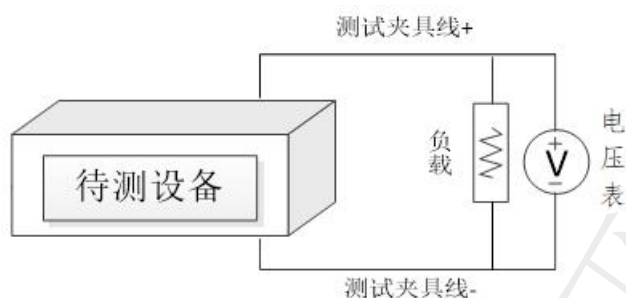


图1 输出电压误差测试方法示意图

7.5.2.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图1连接线路，根据被测电压的范围与准确度要求选择合适的负载与电压表；
- b) 在电压范围内选取合适的测量点；
- c) 在设备的恒压模式下，按选取的输出（设定）值输出电压；
- d) 分别读取输出电压的设备采集值和电压表测量值。

7.5.2.3 输出电压误差计算

按式（1）计算输出电压误差：

$$\text{输出电压误差} = \text{设备采集的输出电压值} - \text{电压表测量的输出电压值} \quad (1)$$

7.5.3 输出电压波形参数测试

7.5.3.1 测试方法示意图

测试方法示意图见图2。

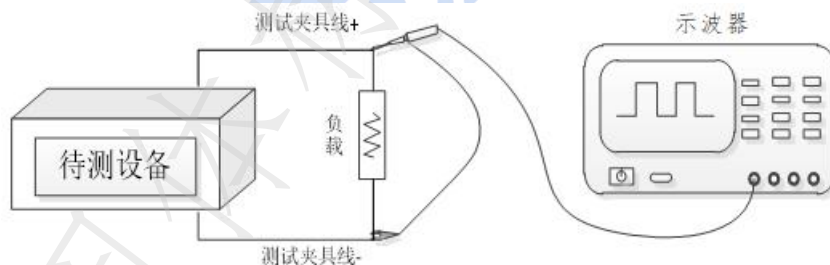


图2 输出电压波形参数测试方法示意图

7.5.3.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图2连接线路，根据被测电压的范围与准确度要求选择合适的负载；
- b) 在电压范围内选取合适的测量点；
- c) 在设备的恒压模式下，按选取的测量点输出电压，使用示波器在直流耦合及自动触发或正常触发模式下，观察并记录波形的平滑程度、上升沿时间、恒压持续时间、下降沿时间、波形冲击（突波）等，需要时可保存波形图片。

7.5.4 输出电压纹波和噪声测试

7.5.4.1 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图2连接线路，根据被测电压的范围与准确度要求选择合适的负载；
- b) 示波器设置带宽20MHz，交流耦合，自动触发模式；

c) 在电压范围内选取合适的测量点；

d) 在设备的恒压模式下，按选取的测量点输出电压。对于每一个测量点，当波形完整、稳定时，读取交流分量的峰峰值。

7.5.4.2 电压纹波和噪声系数计算

按式（2）计算电压纹波和噪声系数：

$$X_{rip} = U_{PP} / U_{DC} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

X_{rip} ——电压纹波和噪声系数；

U_{PP} ——输出电压交流分量峰峰值；

U_{DC} ——直流输出电压平均值。

7.5.5 充电、放电电流误差测试

7.5.5.1 分别在充电、放电状态下进行试验。

7.5.5.2 测试方法示意图

测试方法示意图见图3。

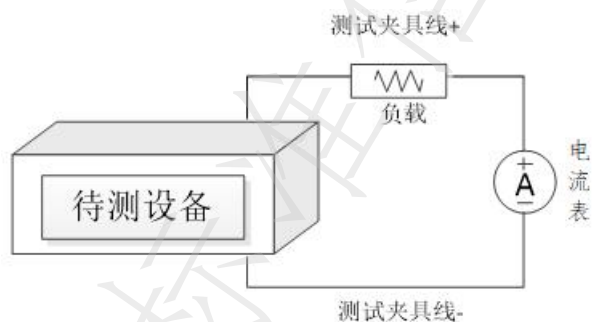


图3 电流误差测试方法示意图

7.5.5.3 测试步骤

测试步骤如下：

a) 按图3连接线路，根据被测电流的范围与准确度要求选择合适的负载与电流表；

b) 在电流范围内选取合适的测量点；

c) 在设备的恒流模式下，按选取的输出（设定）电流值输出电流；

d) 分别读取电流的设备采集值和电流表的测量值；

7.5.5.4 输出电流误差计算

按式（3）计算输出电流误差：

$$\text{输出电流误差} = \text{设备采集的输出电流值} - \text{电流表测量的输出电流值} \quad (3)$$

7.5.6 输出电流波形参数测试

7.5.6.1 测试方法示意图

测试方法示意图见图4。

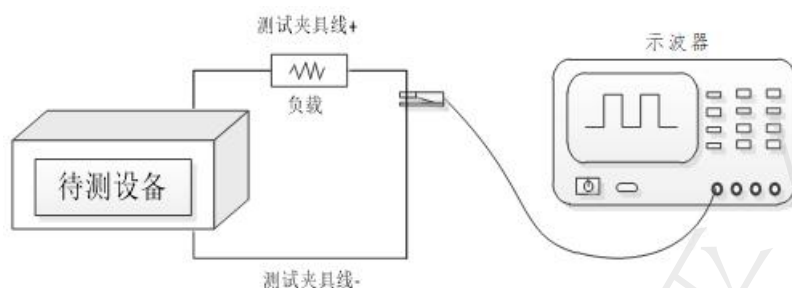


图4 输出电流波形参数测试方法示意图

7.5.6.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图4连接线路，根据被测电流的范围与准确度要求选择合适的负载；
- b) 在电流范围内选取合适的测量点；
- c) 在设备的恒流模式下，按选取的测量点输出电流，使用示波器在直流耦合及自动触发或正常触发模式下，观察并记录波形的平滑程度、上升沿时间、恒压持续时间、下降沿时间、波形冲击（突波）等，需要时可保存波形图片。

7.5.7 输出电流纹波和噪声测试

7.5.7.1 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图4连接线路，根据被测电压的范围与准确度要求选择合适的负载；
- b) 示波器设置带宽20MHz，交流耦合，自动触发模式；
- c) 在电流范围内选取合适的测量点；
- d) 在设备的恒流模式下，按选取的测量点输出电流。对于每一个测量点，当波形完整、稳定时，读取交流分量峰峰值。

7.5.7.2 电流纹波和噪声系数计算

按式（4）计算电流纹波和噪声系数：

$$Y_{\text{rip}} = I_{\text{PP}} / I_{\text{DC}} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

Y_{rip} ——电流纹波和噪声系数；

I_{PP} ——输出电流交流分量峰峰值；

I_{DC} ——直流输出电流平均值。

7.5.8 电子负载电流误差测试

7.5.8.1 测试方法示意图

测试方法示意图见图5。

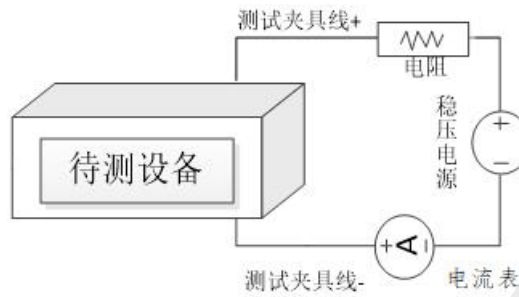


图5 电子负载电流误差测试方法示意图

7.5.8.2 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图5连接线路，根据被测电流的范围与准确度要求选择合适的电阻、稳压电源和电流表；
- 在电流范围内选取合适的测量点；
- 在设备的恒流模式下，按选取的输出（设定）电流值输出电流；
- 分别读取设备电子负载的电流采集值和电流表的测量值；

7.5.8.3 电子负载电流误差计算

按（5）式计算电子负载电流误差：

$$\text{电子负载电流误差} = \text{设备电子负载的电流采集值} - \text{电流表的测量值} \quad (5)$$

7.5.9 导通阻抗测量误差测试

7.5.9.1 测试方法示意图

测试方法示意图见图6。

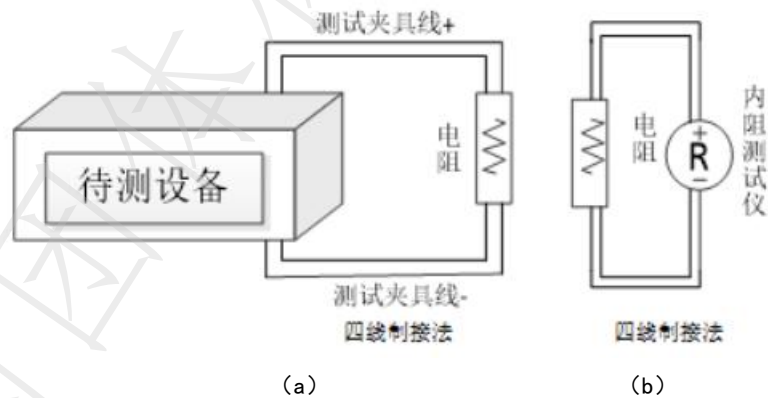


图6 导通阻抗测量误差测试方法示意图

7.5.9.2 测试步骤

测试步骤如下：

- 根据被测电阻的范围与准确度要求选择合适的标准电阻和内阻测试仪。如图6（b）采用四线制接线法用内阻测试仪测量标准电阻，测量结果即为标准电阻实际值；
- 如图6（a）所示采用四线制接线法连接设备与标准电阻。设备输出恒定电流，对于不大于1Ω的标准电阻，输出电流值宜取1000mA；对于大于1Ω的标准电阻，输出电流值宜取20mA。执行该步骤前应对设备的输出电流做了测量或校准；
- 设备采集标准电阻两端的电压值；
- 根据欧姆定理计算标准电阻值，计算结果即为设备测量的标准电阻值。

7.5.9.3 导通阻抗测量误差计算

按（6）式计算导通阻抗测量误差：

$$\text{导通阻抗测量误差} = \text{设备测量的标准电阻值} - \text{标准电阻实际值} \quad (6)$$

7.5.10 电阻（THR、IDR）测量误差测试

7.5.10.1 测试方法示意图

测试方法示意图见图7。

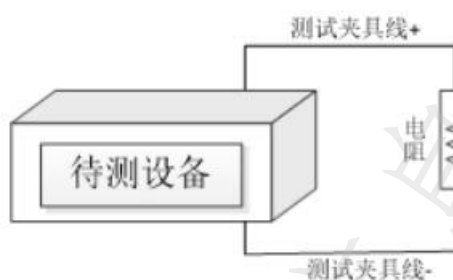


图7 电阻测量误差测试方法示意图

7.5.10.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图7连接线路，根据被测电阻的范围与准确度要求选择合适的标准电阻；
- b) 设备按照选好的测量点测量相应的标准电阻。

7.5.10.3 电阻测量误差计算

按式（7）计算电阻测量误差：

$$\text{电阻测量误差} = \text{设备测量的标准电阻值} - \text{标准电阻实际值} \quad (7)$$

7.5.11 环境温度测量误差测试

7.5.11.1 测试方法示意图

测试方法示意图见图8。

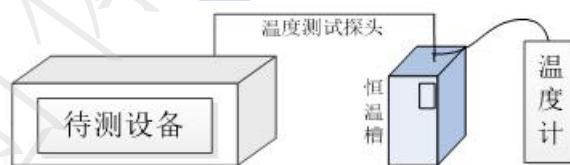


图8 温度测量误差测试方法示意图

7.5.11.2 测试步骤

测试步骤如下

- a) 按图8搭建测试环境；
- b) 在温度测量范围内选取合适的测量点；
- c) 按照选取的测量点设定恒温槽的温度。待恒温槽达到设定温度且稳定后，分别读取设备测量的温度值与温度计测量的温度值。

7.5.11.3 温度测量误差计算

按式（8）计算温度测量误差：

$$\text{温度测量误差} = \text{设备测量的温度值} - \text{温度计测量的温度值} \quad (8)$$

7.6 环境适应性试验

7.6.1 工作温度下限试验

7.6.1.1 按GB/T 2423.1—2008第5.2条试验Ab规定的方法进行试验。环境试验箱的温度降至第6.1.1条规定的工作温度下限（+2/-0℃）。

7.6.1.2 温度稳定后按第6.5.1条的电气性能要求进行测试。

7.6.2 工作温度上限试验

7.6.2.1 按GB/T 2423.2—2008第5.2条试验Bb规定的方法进行试验。环境试验箱的温度升至第6.1.1条规定的工作温度上限（+0/-2℃）。

7.6.2.2 温度稳定后按第6.5.2条的电气性能要求进行测试。

7.6.3 低温启动试验

7.6.3.1 按GB/T 2423.1—2008第5.2条试验Ab规定的方法进行试验。环境试验箱的温度降低至（0±2）℃，温度稳定后，设备在该温度下放置4h。

7.6.3.2 在该温度下对设备进行若干次（一般取10次）开关机通电试验，每次通电后检查设备是否正常启动，验证通讯功能是否正常。

7.6.4 高温启动试验

7.6.4.1 按GB/T 2423.2—2008第5.2条试验Bb规定的方法进行试验。环境试验箱的温度升高至（45±2）℃，温度稳定后，设备在该温度下放置4h。

7.6.4.2 在该温度下对设备进行若干次（一般取10次）开关机通电试验，每次通电后检查设备是否正常启动，验证通讯功能是否正常。

7.6.5 低温贮存试验

7.6.5.1 按GB/T 2423.1—2008第5.2条试验Ab规定的方法进行试验。环境试验箱的温度降低至第6.1.2条规定的贮存温度下限（±2℃），温度稳定后，设备在该温度下放置48h。

7.6.5.2 试验后恢复至常温，采用目测方式对设备进行外观检查，通电后检查设备是否正常启动，验证通讯功能是否正常。

7.6.6 高温贮存试验

7.6.6.1 按GB/T 2423.2—2008第5.2条试验Bb规定的方法进行试验。环境试验箱的温度升高至第6.1.2条规定的贮存温度上限（±2℃），温度稳定后，设备在该温度下放置48h。

7.6.6.2 试验后恢复至常温，采用目测方式对设备进行外观检查，通电后检查设备是否正常启动，验证通讯功能是否正常。

7.6.7 稳态正弦振动试验

7.6.7.1 按照GB/T 4798.2—2021第5.6条表5的2M4级规定的环境参数进行试验。试验应在设备的x、y、z三个轴向上分别进行。

7.6.7.2 试验后，用目测方式检查设备外观，并按第6.5.7条的电气性能要求进行测试。

7.6.8 恒定湿热试验

7.6.8.1 按GB/T 2423.3规定的方法进行试验。试验条件：（40±2）℃，（85±3）%RH。温湿度稳定后，设备在该条件下放置12h。

7.6.8.2 试验后，用目测方式检查设备外观，并按第6.5.8条的电气性能要求进行测试。

7.6.9 温升试验

按 GB/T 10233—2016 第 4.9.3 条规定的方法对第 6.5.9 条表 3 规定的测量点进行温升试验。

7.6.10 噪声试验

正常试验条件下设备通电，交流输入为额定值，各功率源模块处于额定工作状态，在周围环境噪声不大于 40dB 的条件下，距离设备前、后、左、右水平位置 1m 处，离地面高度 1m~1.5m 处用声级计测量设备噪声。

7.6.11 电网适应性试验

7.6.11.1 测试方法示意图

测试方法示意图应见图 9。

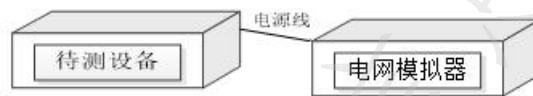


图 9 电网侧保护功能测试方法示意图

7.6.11.2 按图 9 连接线路。调节电网模拟器，使设备分别在第 6.1.4 条规定的电压、频率的上、下限条件下运行，按第 6.5.11 条的电气性能要求进行测试。

7.7 安全性试验

7.7.1 输出直流、交流漏电电压测试

测试步骤如下：

- a) 根据漏电电压范围选取合适的电压表；
- b) 设备通电后，在不对设备进行其他操作的条件下，对每一个输出引脚按步骤 c) 至 f) 进行测量；
- c) 并联电压表，电压表设为直流档；
- d) 测量输出引脚与机箱接地端子之间的电压；
- e) 切换设备内部与输出引脚相连的继电器的状态，再次测量输出引脚与机箱接地端子之间的电压；
- f) 电压表切换至交流档，重复步骤 d) 和 e)。

7.7.2 接地电阻试验

按 GB/T 6587—2012 第 5.8.3 条规定的方法进行试验。

7.7.3 电网侧输入过压、欠压保护试验

测试步骤如下

- a) 按图 9 连接线路；
- b) 电网模拟器按设备电源的额定条件输出交流电源，设备处于正常待测状态；
- c) 在其他条件不变的情况下，分别增大、减小电网模拟器的输出电压，直至设备告警；
- d) 记录设备告警时的电压值，该值应在第 6.1.4.1 条规定的电压范围之外。

7.7.4 过温保护试验

可按以下方法之一进行试验：

- a) 方法一：将温度监测元件（温度传感器）加热至预期的保护限值，检查保护功能是否触发；
- b) 方法二：通过设置使过温保护限值低于温度传感器所处的环境温度，验证保护功能是否触发。

7.7.5 绝缘电阻试验

按GB/T 10233—2016第4.6.1至4.6.2.2条的规定的方法进行试验。

7.7.6 泄漏电流试验

按GB/T 4706.1—2005第16.2条规定的方法进行试验。

7.7.7 绝缘耐压试验

按GB/T 10233—2016第4.5.2条规定的方法进行测试，电压施加时间为1min。

7.8 电磁兼容性试验

7.8.1 电磁骚扰试验

按GB 4824—2019第7~9章规定的方法进行试验。

7.8.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按GB/T 17626.3规定的方法进行试验。

7.8.3 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

按GB/T 17626.6规定的方法进行试验。

7.8.4 静电放电抗扰度试验

按GB/T 17626.2规定的方法进行试验。

7.8.5 （供电电源端口）电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按GB/T 17626.4规定的方法进行试验。

7.8.6 （供电电源端口）浪涌（冲击）抗扰度试验

按GB/T 17626.5规定的方法进行试验。

7.8.7 工频磁场抗扰度试验

按GB/T 17626.8规定的方法进行试验。

7.8.8 电压暂降和短时中断的抗扰度试验

按GB/T 17626.11规定的方法进行试验。

7.9 防护等级试验

按GB/T 4208规定的方法进行试验。

8 检验规则

8.1 型式试验

8.1.1 应以年为周期进行型式试验。

8.1.2 当有下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品或老产品转厂的试验定型鉴定；
- b) 当产品的设计、工艺或所用材料的改变对产品性能产生重大影响时；
- c) 产品长期停产后恢复生产时；
- d) 用户提出特殊要求，经制造商同意时。

8.1.3 试验时，如果每个产品只有一项不合格，允许返工重试一次。如复试仍不合格，则判定该批产品为不合格品。

8.2 出厂检验

每台产品都应进行出厂检验。出厂检验时只有一项不合格，允许返修后复试，复试一次仍不合格，则为检验不合格。

8.3 试验项目

型式试验及出厂检验项目应符合表4要求。

表4 试验项目

序号	试验项目	型式试验	出厂检验	技术要求	试验方法		
1	一般检查	√	√	6.2	7.3		
2	功能验证	√		6.3	7.4 ^a		
3	电气性能测试	输出电压误差测试	√	√	6.4表2第1项	7.5.2	
4		充电、放电电流误差测试	√	√	6.4表2第2项	7.5.5	
5		电子负载电流误差测试	√	√	6.4表2第3项	7.5.8	
6		模拟电池充电、放电电压误差测试	√	√	6.4表2第4项	7.5.2	
7		模拟电池充电、放电电流误差测试	√	√	6.4表2第5项	7.5.5	
8		PACK电压测量误差测试	√	√	6.4表2第6项	7.5.2	
9		输出电压、电流波形测试	√	√	6.4表2第7项	7.5.3,7.5.6	
10		电压、电流纹波和噪声系数测试	√	√	6.4表2第8项	7.5.4,7.5.7	
11		导通阻抗测量误差测试	√	√	6.4表2第9项	7.5.9	
12		电阻（THR、IDR）测量误差测试	√	√	6.4表2第10项	7.5.10	
13		环境温度测量误差测试	√	√	6.4表2第11项	7.5.11	
14		环境适应性试验	工作温度下限试验	√		6.5.1	7.6.1
15			工作温度上限试验	√		6.5.2	7.6.2
16	低温启动试验		√		6.5.3	7.6.3	
17	高温启动试验		√		6.5.4	7.6.4	
18	低温贮存试验		√		6.5.5	7.6.5	
19	高温贮存试验		√		6.5.6	7.6.6	
20	稳态正弦振动试验		√		6.5.7	7.6.7	
21	恒定湿热试验		√		6.5.8	7.6.8	
22	温升试验		√		6.5.9	7.6.9	
23	噪声试验		√		6.5.10	7.6.10	
24	电网适应性试验		√		6.5.11	7.6.11	

表 4（续）

序号	试验项目	型式试验	出厂 检验	技术 要求	试验方法	序号
25	安全性试验	输出直流、交流漏电电压测试	√	√	6.6.1	7.7.1
26		接地电阻试验	√	√	6.6.2	7.7.2
27		电网侧输入过压、欠压保护试验	√		6.6.3	7.7.3
28		过温保护试验	√		6.6.4	7.7.4
29		绝缘电阻试验	√		6.6.5	7.7.5
30		泄漏电流试验	√		6.6.6	7.7.6
31		绝缘耐压试验	√		6.6.7	7.7.7
32	电磁兼容性试验	电磁骚扰试验	√		6.7.1	7.8.1
34		射频电磁场辐射抗扰度试验	√		6.7.2	7.8.2
35		射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	√		6.7.2	7.8.3
36		静电放电抗扰度试验	√		6.7.2	7.8.4
37		（供电电源端口）电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	√		6.7.2	7.8.5
38		（供电电源端口）浪涌（冲击）抗扰度试验	√		6.7.2	7.8.6
39		工频磁场抗扰度	√		6.7.2	7.8.7
40		电压暂降和短时中断的抗扰度试验	√		6.7.2	7.8.8
41	防护等级试验		√		6.8	7.9
注：各项试验宜按表中的顺序进行。						
*其中第 7.4.1 条的验证项目不作为第三方型式试验的必检项目。						

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 产品标志

应有明显的标志，应保证铭牌字迹在整个使用期内不易磨灭，铭牌宜放在显著位置，应包含下列内容，

- a) 产品名称、型号、商标或产品代号；
- b) 产品主要技术参数：
 - 1) 额定功率（kW）；
 - 2) 直流电压工作范围（V）；
 - 3) 交流额定电压（V）；
 - 4) 防护等级；
 - 5) 制造依据（标准号）。
- c) 出厂编号；
- d) 制造日期（批号）；
- e) 制造厂名、厂址；

9.1.2 包装标志

外包装上应有收发货标志、包装储运标志和警示标志，标志应符合GB/T 191的要求。

9.2 包装

9.2.1 随同产品供应的技术文件

供应的技术文件包括：

- a) 装箱清单；
- b) 产品使用维护说明书；
- c) 安装说明书；
- d) 产品质量合格证；
- e) 电气接线图；
- f) 出厂检验记录；
- g) 交货明细表；
- h) 保修卡；
- i) 用户意见调查表。

9.2.2 产品包装

应符合 GB/T 13384 的要求。

9.3 运输

包装好的户内使用产品在运输过程中的温湿度应符合第 6.1.2、6.1.3 条的要求。产品在运输过程中不应有剧烈振动、撞击、倾斜或倒置。某些部件对运输有特殊要求时应注明。

9.4 贮存

包装好的产品应储存于室内，环境温湿度应符合第 6.1.2、6.1.3 条的要求，周围空气中不应含有腐蚀性、火灾及爆炸性物质。

参考文献

- [1] GB/T 2900.1 电工术语 基本术语
 - [2] GB/T 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池
 - [3] GB/T 2900.89 电工术语 电工电子测量和仪器仪表 第2部分：电测量的通用术语
 - [4] GB/T 4365 电工术语 电磁兼容
 - [5] GB/T 8897.4 原电池 第4部分：锂电池的安全要求
 - [6] NB/T 33001 电动汽车非车载传导式充电机技术条件
 - [7] NB/T 33008.1 电动汽车充电设备检验试验规范 第1部分：非车载充电机
-