



中 华 人 民 共 和 国 国 家 标 准

GB/T 44232—2024

独立光伏系统用蓄电池充放电控制器 技术规范

Technical specification for battery charge discharge controller of stand-alone
photovoltaic system

2024-08-23发布

2025-03-01实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布



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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国太阳能光伏能源系统标准化技术委员会(SAC/TC 90)归口。

本文件起草单位：无锡市检验检测认证研究院、中广核风电有限公司、深圳硕日新能科技股份有限公司、南京普天大唐信息电子有限公司、江苏欧力特能源科技有限公司、重庆交通大学、中国科学院电工研究所、无锡茂耀光伏科技有限公司、广东九州太阳能科技有限公司、浙江浩腾电子科技股份有限公司、江苏树说新能源科技有限公司、江苏开元太阳能照明有限公司、江苏久泰照明工程有限公司、通标标准技术服务有限公司、无锡隆玛科技股份有限公司、广东美的制冷设备有限公司、三峡电能有限公司、浙江双宇电子科技有限公司、中国质量认证中心、宁夏国信检研科技有限公司、江苏国嘉导体技术科技有限公司

本文件主要起草人：王昕、张玉霞、李珂、王玲南、曹阳、高正源、孙玉树、孙耀、罗仕雄、夏路、树超、尹子军、孙崇喜、周全、杨朝辉、黄招彬、蒋卓宇、曾学仁、孟维、恽旻、吴晓丽、代玲、张栋兵、胡旦、王勋、顾正建、龚皓、吴媛、吴市、邓大伟、张帅、陈勇、闻亚、吴宗林、树翔、杨宇辉、江海吴、贺宇轩、张安军、赵国华、李亮德。



独立光伏系统用蓄电池充放电控制器

技术规范

1 范围

本文件界定了独立光伏系统用蓄电池充放电控制器(以下简称控制器)的术语和定义,规定了控制器的蓄电池充满保护和恢复功能、蓄电池过放保护和恢复功能、温度补偿功能、静态功耗、充放电转换效率、静态 MPPT 跟踪效率、测量精确度、保护板(锂电池)激活功能、保护功能、环境适应性、防护等级的技术要求,并描述了对应的试验方法。

本文件适用于电压等级6V~60 V,额定功率不大于12 kW的独立光伏系统用蓄电池充放电控制器,其中蓄电池类型包含铅酸电池、胶体电池和锂电池,其他类型的独立光伏系统用蓄电池充放电控制器参照使用。

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 2423.3—2016 环境试验第2部分: 试验方法试验Cab: 恒定湿热试验
- 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 2423.17 电工电子产品环境试验第2部分: 试验方法试验Ka: 盐雾
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蓄电池充放电控制器 battery charge discharge controller

太阳能光伏系统中控制蓄电池充电和放电的电力电子装置。

3.2

大电流充电 bulk charge

初始充电阶段,以光伏方阵能提供的最大工作电流或控制器的额定充电电流给蓄电池充电,使蓄电池能尽可能快地被充满。

3.3

大电流充电电压 bulk voltage

从大电流充电到下一个充电阶段的门槛电压。

注:也称为提升充电电压。

3.4

均衡充电 equalizecharge

在充电过程中，保持一定时间的相对高电压，使用恒压、恒流或者两者结合的充电方式。

3.5

温度补偿 temperature compensation

因蓄电池温度与参考温度(通常为25℃)的差异而用于改变充电电压值的功能。

注：温度补偿通常有最小值和最大值限制。

3.6

最大功率点追踪 maximum power point tracking;MPPT

通过实时侦测和调节光伏方阵的工作电压和工作电流而使光伏方阵总是工作在最大功率输出点的控制策略。

4 技术要求

4.1 蓄电池充满保护和恢复功能

控制器应具有防止蓄电池过充的功能。控制器应根据蓄电池厂商所推荐的过充设定点来切断充电或调节充电电流以防止蓄电池的过充；当蓄电池电压恢复到一定值，控制器可自动恢复充电。过充保护和恢复功能的电压值应由控制器制造商在出厂前预调好，并在控制器说明文件中注明。

4.2 蓄电池过放保护和恢复功能

控制器应具有蓄电池过放保护和恢复功能。当蓄电池电压降低到过放保护电压值，控制器应自动切断负载，防止蓄电池过放；当蓄电池电压升高到过放恢复电压点，控制器应能自动恢复对负载的供电。过放保护和恢复功能的电压值应由控制器制造商在出厂前预调好，并在控制器说明文件中注明。

4.3 温度补偿功能

铅酸/胶体电池类型的控制器应具有温度补偿功能。补偿系数应由控制器制造商在出厂前预调好，并在控制器说明文件中注明。

4.4 静态功耗

控制器启动后，在断开充放电回路状态下，其静态功耗应符合表1的要求。

表 1 静态功耗要求

额定充电电流值	允许最大静态功耗
<5A	5mA
5A~50 A	额定充电电流值的0.1%
>50 A	50mA
注：对有负载输出的控制器，需要在负载输出不开启的情况下测试。	

4.5 充电转换效率

开断式或脉宽调制型控制器，其充电转换效率不应小于95%.

具有最大功率点追踪功能的控制器，其充电转换效率不应小于92%.

4.6 放电转换效率

开断式负载，其放电转换效率不应小于95%。

具有发光二极管(LED) 恒流驱动或恒压输出的控制器，其放电转换效率不应小于88%。

4.7 静态MPPT 跟踪效率

当光照强度大于 200 W/m^2 时，静态MPPT 跟踪效率不应小于99%。

4.8 测量精确度

控制器的电压测量误差值不应大于电压设定值的 $\pm 2\%$ ，具有LED 恒流驱动的控制器，负载输出电流的测量误差值不应大于电流设定值的 $\pm 5\%$ 。

4.9 保护板(锂电池)激活功能

控制器应具备锂电池激活功能。在锂电池发生过放保护后，控制器在光伏侧电压达到激活电压值的情况下应能自动激活锂电池，并恢复对锂电池充电。

4.10 保护功能

控制器应具有如下保护功能：

- a) 反向放电保护；
- b) 光伏侧过流保护；
- c) 光伏侧过压保护；
- d) 光伏侧反接保护；
- e) 蓄电池侧极性反接保护；
- f) 蓄电池侧开路保护；
- g) 负载侧过流保护；
- h) 负载侧短路保护。

4.11 环境适应性

按照5.12进行试验后，控制器应能正常充放电。

4.12 防护等级

户内使用或有箱体保护的控制器，防护等级不应低于GB/T 4208中规定的IP20。

户外直接使用的控制器，防护等级不应低于GB/T 4208中规定的IP54。

5 试验方法

5.1 试验环境要求

试验环境条件应满足下列要求：

- a) 环境温度： $15^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 环境相对湿度： $<90\%$ ；
- c) 海拔高度：2000 m 以下。

5.2 蓄电池充满保护和恢复功能试验

蓄电池充满保护和恢复功能试验的测试电路如图1所示，测试步骤如下所示。

- a) 将控制器光伏输入侧连接光伏模拟器，蓄电池侧连接50%或以上荷电状态的蓄电池。
- b) 将光伏模拟器的最大功率点电压设定为蓄电池最大充电电压的125%±2%，充电功率设定为控制器额定充电功率。
- c) 等控制器开始充电后，观察光伏模拟器上光伏曲线的工作点。当蓄电池电压接近或达到充电保护电压值时，控制器应减小充电电流或停止充电，等待1 min后，记录蓄电池侧电压值(此电压值即为大电流充电电压值):如果蓄电池充电电流没有减小或者没有停止充电，同时蓄电池电压持续上升，超过控制器规定的充电电压，说明控制器没有充电保护功能。
- d) 如果是脉宽调制型控制器或是MPPT 控制器，进入下一步测试。如果控制器为开断式充电方式，当控制器重新开始充电时，记录蓄电池侧电压值(此电压值即为充电返回电压值)。
- e) 如果有强制均衡充电功能，则开启均衡充电，记录蓄电池侧电压值(此电压值即为均衡充电电压值)。
- f) 让控制器继续自动充电直到达到浮充状态并保持至少30 min, 记录蓄电池侧电压值(此电压值即为浮充电压值)。

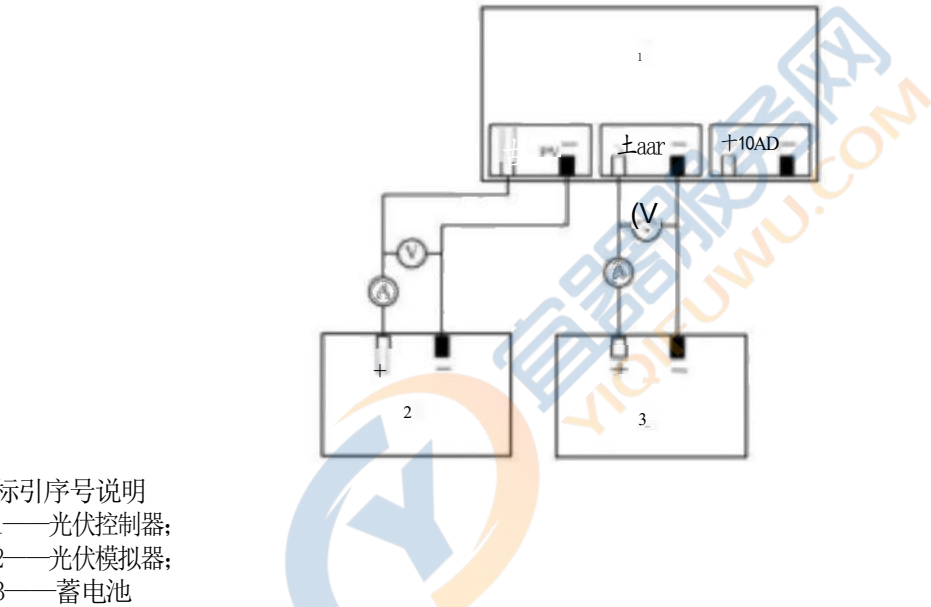
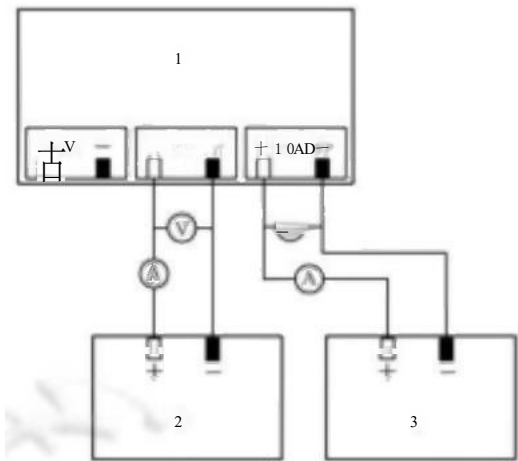


图 1 测试接线图(适用于蓄电池充满保护和恢复功能试验、温度补偿功能试验)

5.3 蓄电池过放保护和恢复功能试验

蓄电池过放保护和恢复功能试验的测试电路如图2所示，测试步骤如下：

- a) 将控制器蓄电池侧连接直流电源，将直流电源电压设定为蓄电池额定电压；控制器负载侧连接电子负载，将电流设定为负载额定电流的10%±2%；
- b) 逐步调小直流电源电压，当负载关闭时，记录蓄电池侧电压值(此电压值即为过放电压保护值)
- c) 逐步调大直流电源电压，当负载重新接通时，记录直流电源电压值(此电压值即为过放返回电压值)。



标引序号说明：
1——光伏控制器；
2——直流电源；
3——电子负载。

图 2 测试接线图(适用于蓄电池过放保护和恢复试验、放电转换效率试验和负载侧过流保护试验)

注：有的控制器需要重新充电后才能出现过放保护恢复功能，所以需要有充电过程才能测试到过放返回电压。有的控制器过放返回电压值会随着过放次数改变，这些特殊设定要根据控制器的说明文档来测试。

5.4 温度补偿功能试验

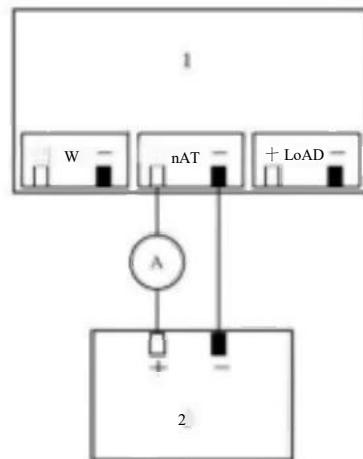
温度补偿功能试验的测试电路如图1所示。

将控制器或控制器的温度传感器放入环境箱中，环境箱温度范围设定为控制器的额定工作温度范围，以5℃为温度变化值，在各温度环境下稳定放置20 min，记录不同温度下的大电流充电电压值和浮充充电电压值，计算温度补偿系数，并绘制出温度和充电电压曲线。若在不同温度下的充电电压值没有变化，则认为控制器没有温度补偿功能。

5.5 静态功耗试验

静态功耗试验的测试电路如图3所示，测试步骤如下：

- a) 将控制器蓄电池侧串联电流表，连接直流电源，直流电源电压设定为蓄电池额定电压，光伏侧和负载侧断开连接，同时确保控制器负载输出为关闭状态；
- b) 记录蓄电池侧电流表电流值。



标引序号说明：
1——光伏控制器；
2——直流电源。

图 3 测试接线图(适用于静态功耗试验)

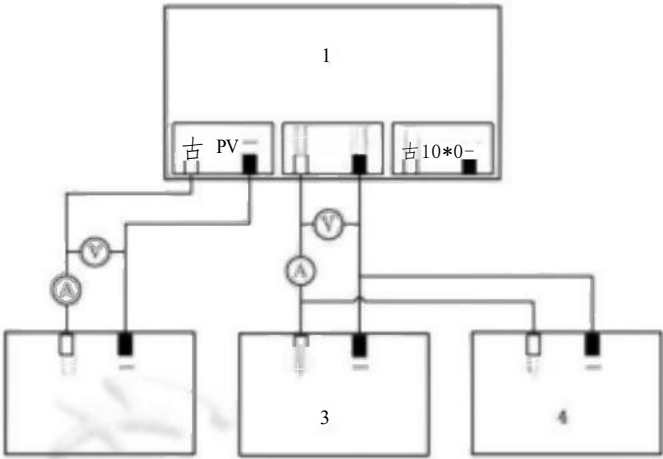
5.6 充电转换效率试验

充电转换效率试验的测试电路如图4所示，测试步骤如下：

- a) 将控制器光伏侧连接光伏模拟器，蓄电池侧并联连接蓄电池和电子负载；
 - b) 将电子负载调节到恒压模式，电压设定为蓄电池额定电压；
 - c) 将光伏模拟器的最大功率点电压设定为蓄电池最大充电电压的125%±2%，输出功率设定为控制器额定充电功率的5%；
 - d) 将控制器运行模式设定为大电流充电，记录光伏侧和蓄电池侧的电流和电压值，计算蓄电池侧与光伏侧功率的比值(即为充电转换效率)；
 - e) 将光伏模拟器的输出功率分别设定为额定功率的5%、10%、20%、30%、50%、75%、100%，重复以上测试，并记录数据；
- () 充电转换效率按公式(1)计算，各功率段加权系数见表2。

$$\eta = 7_{ss} \times 2\% + 7_{10\%} \times 3\% + 7_{20\%} \times 6\% + 7_{30\%} \times 12\% + 7_{50\%} \times 25\% + 7_{75\%} \times 37\% + 7_{100\%} \times 15\% \quad (1)$$

式中：
7——转换效率。



标引序号说明：
1——光伏控制器；
2——光伏模拟器；
3——蓄电池；
4——电子负载。

图 4 测试接线图 (适用于充电转换效率、静态 MPPT 跟踪效率试验、光伏侧过流保护试验和光伏侧过压保护试验)

表 2 效率加权系数

控制器充电/ 放电功率	5%	10%	20%	30%	50%	75%	100%
转换效率	75%	710%	20%	730%	750%	75%	7100%
加权值	0.02	0.03	0.06	0.12	0.25	0.37	0.15

5.7 放电转换效率试验

- 放电转换效率试验的测试电路如图2所示，测试步骤如下所示。
- a) 将控制器蓄电池侧连接到直流电源，负载侧连接电子负载。
 - b) 将直流电源电压设定为蓄电池额定电压，电流设定为负载额定电流的2倍。
 - c) 调节控制器工作模式，让控制器负载侧正常输出。
 - d) 将电子负载设定为恒流模式，电流设定为负载额定电流的5%。如果控制器负载输出为恒流模式，测试时需要使用具有LED特性的电子负载，电子负载调到恒压模式。记录蓄电池侧与负载侧的电流和电压值，计算负载侧与蓄电池侧功率的比值(即为放电转换效率)。
 - e) 调整电子负载的电流值，使负载功率分别为额定功率的5%, 10%, 20%, 30%, 50%, 75% . 100%, 重复以上测试，并记录数据。
 - f) 负载转换效率按公式(1)计算，各功率段加权系数见表2。

5.8 静态MPPT跟踪效率试验

- 静态MPPT跟踪效率试验的测试电路如图4所示，测试步骤如下：
- a) 将控制器光伏侧连接光伏模拟器，蓄电池侧并联连接蓄电池和电子负载；
 - b) 将电子负载设定为恒压模式，电压设定为蓄电池额定电压；
 - c) 将光伏模拟器的最大功率点电压设定为蓄电池最大充电电压的125%±2%, 输出功率设定为控

制器额定充电功率的20%;

d) 将控制器运行模式设定为大电流充电, 记录光伏侧的电流和电压值, 计算光伏侧功率与模拟曲线最大功率的比值(即为静态MPPT跟踪效率):

e) 以10%的幅度将光伏模拟器的输出功率从20%递增到100%, 重复以上测试。

5.9 测量精确度试验

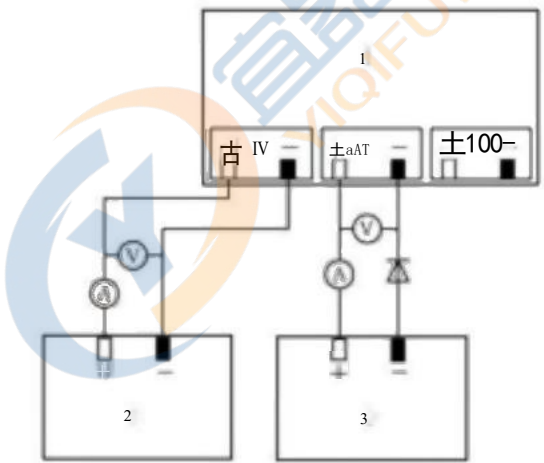
电压测量精确度试验方法按照5.2和5.3进行, 测量大电流充电电压值、均衡充电电压值、浮充电压值、蓄电池过放电压值和过放返回电压值, 与各自设定值相减分别计算电压测量误差值。

对于具有LED恒流驱动的控制器的, 电流测量精确度试验方法按照5.7进行, 测量输出电流值, 与设定值相减计算电流测量误差值。

5.10 保护板(锂电池)激活功能试验

保护板(锂电池)激活功能的测试电路如图5所示, 测试步骤如下:

- a) 将光伏模拟器的最大功率点电压设定为蓄电池最大充电电压的125%±2%, 输出功率设定为控制器额定充电功率的10%;
- b) 控制器蓄电池侧连接蓄电池和1只二极管(二极管的反向工作峰值电压值应大于蓄电池最大充电电压值的150%, 最大正向平均整流电流值应大于光伏模拟器设定的充电功率除以当前蓄电池电压值);
- c) 检查控制器是否正常工作, 蓄电池侧电流表是否有电流流过, 电压表电压不应高于蓄电池最高充电电压。



标引|序号说明:
1——光伏控制器;
2——光伏模拟器;
3——蓄电池。

图 5 测试接线图(适用于锂电池激活功能试验)

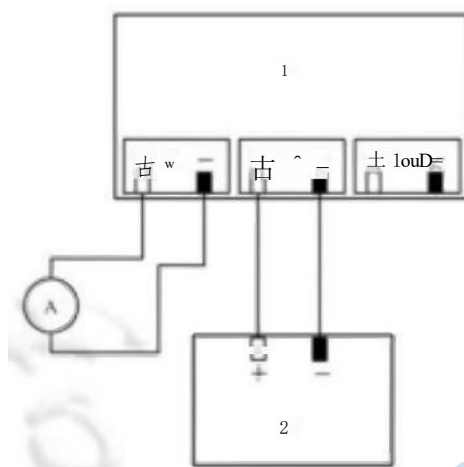
5.11 保护功能试验

5.11.1 光伏侧反向放电保护试验

光伏侧反向放电保护试验的测试电路如图6所示, 测试步骤如下:

- a) 将蓄电池侧连接直流电源, 光伏侧连接电流表;
- b) 将直流电源电压设定为蓄电池额定电压, 检查电流表有无电流通过, 记录电流表的电流值(此

电流值即为光伏侧反向放电电流值), 光伏侧反向放电电流值应低于控制器额定充电电流的 0.1%。



标引序号说明:
1——光伏控制器;
2——直流电源。

图 6 测试接线图(适用于反向放电保护试验)

5.11.2 光伏侧过流保护试验

光伏侧过流保护试验的测试电路如图4所示, 测试步骤如下:

- 将控制器光伏侧连接光伏模拟器, 蓄电池侧并联连接蓄电池和电子负载;
- 将电子负载设定为恒压模式, 电压设定为蓄电池额定电压;
- 将光伏模拟器的最大功率点电压设定为蓄电池最大充电电压的 $125\% \pm 2\%$, 调节光伏模拟器输出功率, 使控制器充电电流达到额定值;
- 继续增大光伏模拟器输出功率, 以5%的幅度逐步递增至1.25倍额定充电功率, 并持续1h, 控制器应未损坏;
- 将光伏模拟器输出功率恢复至额定值, 控制器应能够正常充放电。

5.11.3 光伏侧过压保护试验

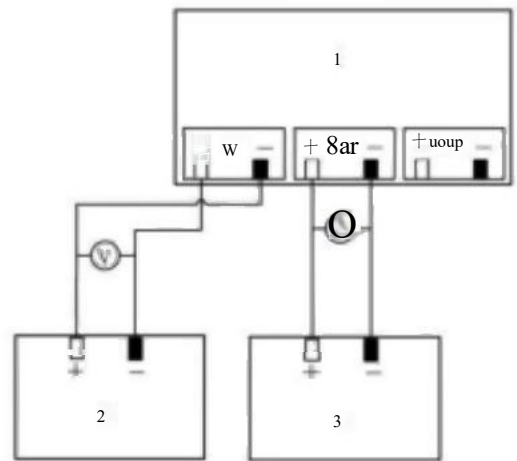
光伏侧过压保护试验的测试电路如图4所示, 测试步骤如下:

- 将控制器光伏侧连接光伏模拟器, 从蓄电池额定电压值开始, 以2%的幅度逐步递增至控制器规格书规定的光伏侧额定工作电压的1.25倍, 并持续1h, 控制器应未损坏;
- 将光伏模拟器输出电压恢复至正常值, 控制器应能够正常充放电。

5.11.4 光伏侧极性反接保护试验

光伏侧极性反接保护试验的测试电路如图7所示, 测试步骤如下:

- 将控制器光伏侧反向连接光伏模拟器, 蓄电池侧连接蓄电池, 并断开负载侧的连接;
- 将光伏模拟器的开路电压设定为蓄电池额定电压的 $175\% \pm 2\%$, 输出功率设定为控制器额定功率;
- 持续5min, 控制器应保持不充电状态且未损坏;
- 将光伏侧连接恢复正常, 控制器应能够正常充放电。



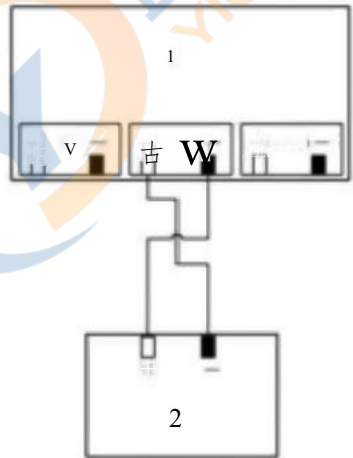
标引序号说明：
1——光伏控制器；
2——光伏模拟器；
3——蓄电池。

图 7 测试接线图(适用于光伏侧极性反接保护试验)

5.11.5 蓄电池侧极性反接保护试验

蓄电池侧极性反接保护试验的测试电路如图8所示，测试步骤如下：

- a) 将直流电源电压设定为蓄电池额定电压，电流设定为控制器额定充电电流；
- b) 持续5min，控制器应未损坏；
- c) 将蓄电池侧连接恢复正常，控制器应能够正常充放电。



标引序号说明：
1——光伏控制器；
2——直流电源。

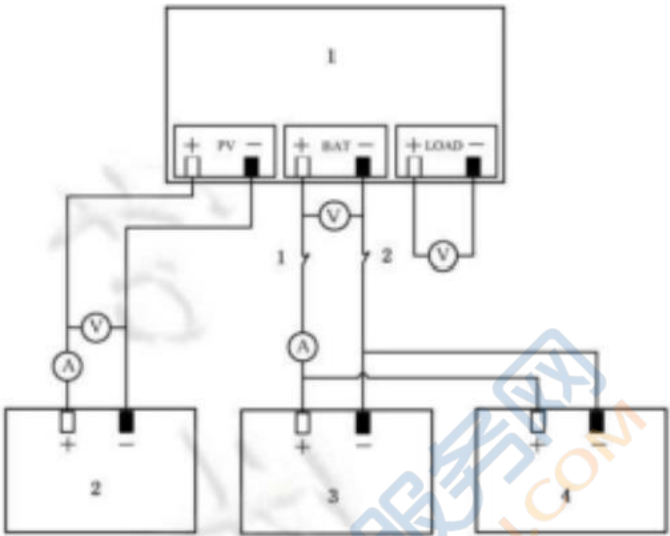
图 8 测试接线图(适用于蓄电池侧极性反接保护试验)

5.11.6 蓄电池侧开路保护试验

蓄电池侧开路保护的测试电路如图9所示，测试步骤如下：

- a) 光伏侧连接光伏模拟器，蓄电池侧并联连接蓄电池和电子负载；
- b) 将电子负载设定为恒压模式，电压设定为蓄电池额定电压；

- c) 将光伏模拟器的最大功率点电压设定为蓄电池最大充电电压的 $125\% \pm 2\%$, 调节光伏模拟器输出功率, 使控制器充电功率达到额定值的80%;
- d) 正常充电后, 断开蓄电池侧开关1和开关2并持续5min, 控制器应未损坏, 此时负载侧电压不应高于蓄电池最大充电电压;
- e) 恢复蓄电池侧的连接, 控制器应能够正常充放电。



标引序号说明:
1——光伏控制器;
2——光伏模拟器;
3——蓄电池;
4——电子负载。

图 9 测试接线图(适用于蓄电池侧开路保护试验)

5.11.7 负载侧过流保护试验

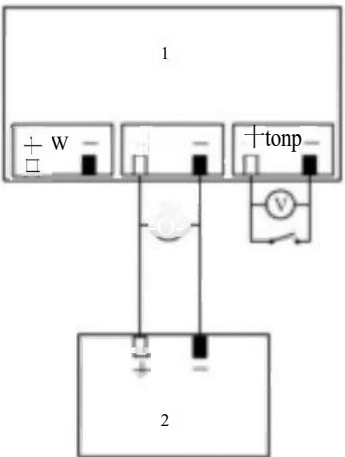
负载侧过流保护试验的测试电路如图2所示, 测试步骤如下:

- a) 将控制器蓄电池侧连接直流电源, 负载侧连接电子负载, 打开控制器负载输出;
- b) 将直流电源电压设定为蓄电池额定电压, 电流设定为控制器最大放电电流的2倍;
- c) 将电子负载设定为恒流模式, 调整电子负载的电流值, 以1%的幅度从控制器最大放电电流值逐步递增至控制器规格书规定的过流保护值, 记录控制器负载输出是否正常关闭且控制器未损坏;
- d) 将电子负载的电流恢复至额定值, 控制器应能够正常充放电。

5.11.8 负载侧短路保护试验

负载侧短路保护试验的测试电路如图10所示, 测试步骤如下:

- a) 将控制器蓄电池侧连接充满电的蓄电池, 负载侧并联1个外接短路开关;
- b) 控制器负载侧正常输出后, 闭合外接短路开关并持续5min, 记录控制器负载输出是否正常关闭且控制器未损坏;
- c) 断开外接短路开关, 控制器应能够正常充放电, 负载侧电压值应恢复正常。



标引序号说明：
1——光伏控制器；
2——蓄电池。

图 10 测试接线图(适用于负载侧短路保护试验)

5.12 环境适应性试验

5.12.1 低温试验

低温试验方法应符合GB/T 2423.1的规定。

试验过程中样品通电并保持额定功率运行，试验箱温度设定为 t_1 ，试验时间2h，试验后取出控制器，在室温下恢复2 h。

注： t_1 为 -20°C 与控制器最低运行环境温度两者取最低值。

5.12.2 高温试验

高温试验方法应符合GB/T 2423.2的规定。

试验过程中样品通电并保持额定功率运行，试验箱温度设定为 t_2 ，试验时间2h，试验后取出控制器，在室温下恢复2 h。

注： t_2 为 50°C 与控制器最高运行环境温度两者取最高值。

5.12.3 交变湿热试验

交变湿热试验方法应符合GB/T 2423.4的规定。

试验过程中样品通电并保持额定功率运行，试验箱温度设定为 40°C ，试验循环2次，试验后取出控制器，在室温下恢复2 h。

5.12.4 恒定湿热试验

恒定湿热试验方法应符合GB/T 2423.3—2016的规定。

试验过程中样品通电并保持额定功率运行，试验箱温度设定为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度设定为 $85\% \pm 3\%$ ，运行时间2d，试验后取出控制器，在室温下恢复2 h。

5.12.5 盐雾试验

户外直接使用的控制器需进行盐雾试验，盐雾试验方法应符合GB/T 2423.17的规定。

试验过程中样品通电并保持额定功率运行，试验周期16h，试验后取出控制器，在室温下恢复2h。

5.13 防护等级

防护等级测试方法应符合GB/T 4208的规定。

