

ICS 27.160

F 12

备案号: 43501-2014

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 32017 — 2013

太阳能光伏水泵系统

Photovoltaic pumping system

2013-11-28 发布

2014-04-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统分类与配置	2
5 总体要求	3
6 部件技术要求	3
7 试验方法与检验规则	6
8 文件编制	10
9 标志、包装、运输和储存	10
附录 A（规范性附录） 光伏水泵系统输出能力试验	12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国农村能源行业协会提出。

本标准由能源行业农村能源标准化技术委员会 (NEA/TC8) 归口。

本标准起草单位：中国科学院电工研究所、永坚精机（江门）有限公司、中电科技（合肥）博微信息发展有限责任公司、常州天合光伏发电系统有限公司、英利集团有限公司、常州佳讯光电产业发展有限公司、文创科技有限公司、珠海天兆新能源技术有限公司、中电电气（南京）太阳能研究院有限公司、安徽颐和新能源科技股份有限公司、上海禧龙太阳能科技有限公司、合肥波赛顿光伏水泵有限公司、深圳市富巍盛科技有限公司、北京索普科技有限公司、中国农村能源行业协会小型电源专业委员会。

本标准主要起草人：李安定、刘大磊、王振收、孙永欣、梁玉杰、吕全亚、陈文良、赵彦、田介花、马志保、包龙新、余海东、梁朝巍、吴炜华、俞妙根。

本规范在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

太阳能光伏水泵系统

1 范围

本标准规定了太阳能光伏水泵系统的术语和定义、技术要求、试验方法与检验规则、标志、包装、运输和储存。

本标准适用于以太阳能光伏为电源的水泵系统。

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，仅所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 3216 回转动力泵 水力性能验收试验 1级和2级

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 6495.3 光伏器件 第3部分：地面用光伏器件的测量原理及标准光谱辐照度数据

GB/T 9535—1998 地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型

GB/T 12785 潜水电泵 试验方法

GB/T 13306 标牌

GB/T 18911—2002 地面用薄膜光伏组件 设计鉴定和定型

GB/T 20321.2—2006 离网型风能、太阳能发电系统用逆变器 第2部分：试验方法

GB/T 20514 光伏系统功率调节器效率测量程序

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

太阳电池组件/方阵 **solar PV module/array**

具有封装及内部连接的能单独提供直流电输出的、最小不可分割的光伏发电单元；方阵是太阳电池组件串并联而成的光伏发电单元。

3.2

太阳能光伏水泵系统（简称光伏水泵系统） **PV pumping system**

由太阳电池组件/方阵、线缆、控制单元（例如控制器、逆变器）、电动机、泵和管道、阀门组成，将太阳能转化成电能进行抽水的装置。

3.3

机泵系统 **motor-pump system**

控制器/逆变器、电动机和水泵组成的系统。

3.4

控制器 **controller**

控制光伏直流水泵系统工作的装置。

3.5

直流/交流逆变器 DC/AC inverter

将直流电转换为交流电并控制光伏交流水泵系统工作的装置。

3.6

最大功率点跟踪 (MPPT) maximum power point tracking

通过直流变换和寻优控制, 始终使太阳电池组件/方阵工作在最大功率点附近。

3.7

扬水阈值 pumping threshold value

光伏水泵系统自动开启并驱动水泵出水时的启动功率与额定功率的百分比。

3.8

扬程 pump head

出口总水头 H_2 与入口总水头 H_1 的差值。

3.9

机泵系统效率 motor-pump system efficiency

光伏水泵系统内驱动电动机、水泵以及相应的控制逆变单元组成的系统的效率。

3.10

机泵系统加权效率 weighted efficiency of motor-pump system

在不同功率点的效率进行加权计算而得出的效率。

4 系统分类与配置

4.1 系统分类

按照供电种类和方式的不同, 太阳能光伏水泵系统分为光伏直流水泵系统和光伏交流水泵系统两种。

4.2 系统的配置

系统的基本构成及主要部件如图 1 和图 2 所示。

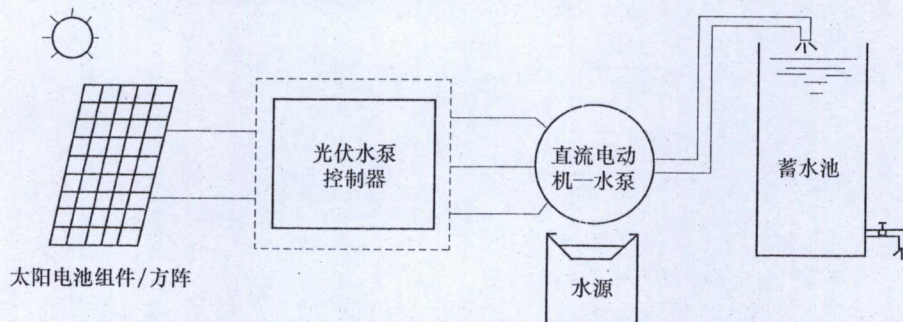


图 1 太阳能光伏直流水泵系统

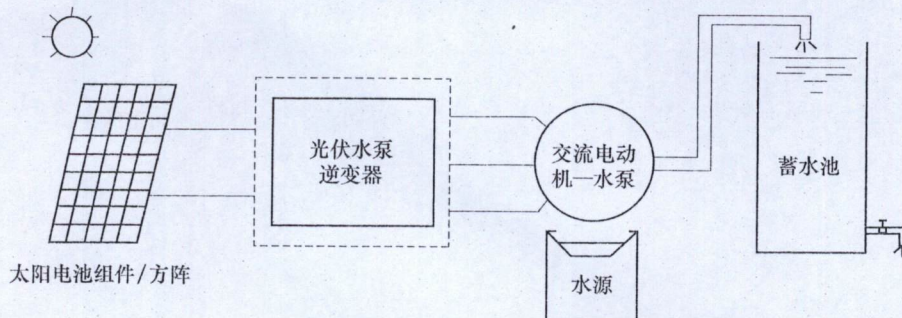


图 2 太阳能光伏交流水泵系统

5 总体要求

5.1 运行环境

环境温度： $-25^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ （取水点应不结冰）。

相对湿度：在环境温度 35°C 以下小于 95%。

海拔高度：不超过 2000m。

5.2 基本要求

5.2.1 按照地面光照值，自动开启和关闭光伏水泵系统。

5.2.2 按照不同流量、扬程的需求，选用离心泵、容积泵。

5.2.3 太阳电池组件/方阵的总功率应满足设计出水量的需求。

5.2.4 光伏水泵系统各部件的表面镀（涂）层应无脱落、腐蚀和划痕。

5.2.5 光伏水泵系统应维护、检修方便。

5.3 结构要求

5.3.1 太阳电池组件支架

支架的结构强度应符合 GB 50009 的要求，支架的倾角与方位角宜可调。

5.3.2 部件连接

光伏水泵系统各部分的连接应牢固可靠。

5.4 安全要求

5.4.1 光伏水泵系统及其附属设施应符合 GB 50009 的要求。

5.4.2 光伏水泵系统防雷接地应符合 GB 50057 的要求。

5.4.3 光伏水泵系统的导线选择必须同时满足耐压、载流量、电压损耗和强度要求。

5.4.4 光伏水泵系统各部件应具有防盗措施。

6 部件技术要求

6.1 太阳电池组件

6.1.1 晶体硅太阳电池组件的技术性能应符合 GB/T 9535—1998 的规定。

6.1.2 薄膜太阳电池组件的技术性能应符合 GB/T 18911—2002 的规定。

6.1.3 太阳电池组件的功率应根据使用环境的光照资源和负载功耗确定，应满足控制器/逆变器、电动机—水泵和传输线路所消耗总功率需求。

6.1.4 太阳电池组件的绝缘性能应符合 GB/T 9535—1998 中 10.3 或 GB/T 18911—2002 中 10.3 的规定。

6.1.5 太阳电池组件的额定输出功率应符合 GB/T 6495.3 的要求。

6.2 光伏水泵系统用控制器

6.2.1 效率

在额定输出状态下，输出功率不大于 500W 的控制器，效率应不小于 90%，大于 500W 的控制器，效率应不小于 95%。

6.2.2 谐波

控制器输出电流波形为方波时，总谐波畸变率应不大于 10%；为正弦波时，总谐波畸变率应不大于 5%。

6.2.3 温升

控制器在额定负载及正常使用条件下，其主要零部件的温升应为：电力半导体功率元器件（晶闸管、整流管、场效应管等）的温升应符合有关标准规定；变压器及电抗器的温升，E 级绝缘应不超过 75°C ，A 级绝缘温升应不超过 60°C ；导体器件连接的塑料绝缘导线、橡胶导线的温升应不超过 45°C 。

6.2.4 保护功能

- a) 输出短路保护：其短路保护动作时间应小于或等于 50ms。
- b) 过流保护：当工作电流超过额定值的 150%时，控制器应能自动保护。
- c) 输入欠压保护：当输入电压低于最低工作电压时，控制器应有保护。
- d) 输入过压保护：当输入电压高于最高工作电压时，控制器应有保护。
- e) 输入反接保护：当输入端正、负极接反时，不应损坏控制器。
- f) 输出高频保护：当输出频率高于额定频率的 1.2 倍时，控制器输出频率限定在额定频率的 1.2 倍。
- g) 输出低频保护：当输出频率低于额定频率的 0.2 倍时，允许控制器自动停机。
- h) 防雷保护：控制器应具有防雷保护装置。

6.2.5 负荷等级

在额定负荷下，控制器可连续长期工作，在 125%额定负荷下，控制器连续可靠工作时间应大于或等于 1min；在 150%额定负荷下，控制器连续可靠工作时间应大于或等于 10s。

6.2.6 绝缘电阻与介电强度的要求

- a) 带电电路对地（机壳）之间的绝缘电阻在环境温度为 20℃和相对湿度为 85%时，电气回路与壳体的接地部件之间应大于或等于 20MΩ。
- b) 电路与外壳之间应能承受 50Hz、正弦波电压为 2000V、历时 1min 的试验而不击穿。

6.2.7 最大功率点跟踪（MPPT）效率

最大功率点跟踪（MPPT）效率应大于 97%。

6.2.8 自动开/关机

控制器应根据日出和日落的日照条件，实现自动开关机（开机时的机泵有效扬程大于或等于实际工况扬程）。

6.3 光伏水泵系统用逆变器

6.3.1 转换效率

在输出额定电压、额定电流和负载功率因数不小于 0.8 的条件下，逆变器的最大转换效率应不小于 96%。

6.3.2 最大功率点跟踪（MPPT）效率

逆变器输出不小于 10%额定功率时，最大功率点跟踪（MPPT）效率应大于 97%。

6.3.3 输出电压不平衡度

在输出频率调节范围内及各相负荷对称的情况下，输出三相线电压的不平衡度不超过 5%。

6.3.4 过负荷能力

过负荷能力为 140%额定负载电流时，持续时间不小于 3s；为 120%额定负载电流时，持续时间不小于 120s。

6.3.5 直流输入侧保护

逆变器应具有对直流输入侧过压、极性反接保护功能。

6.3.5.1 直流过压保护

当直流侧输入电压高于逆变器允许的太阳能电池组件/方阵接入电压最大值时，逆变器不得启动或在 0.1s 内停机，同时发出警示信号，直流侧电压恢复到逆变器允许工作范围后，逆变器应能正常启动。

6.3.5.2 极性防反保护

当太阳能电池组件/方阵线缆的极性与逆变器直流侧接线端子极性接反时，逆变器应能保护不至损坏，极性正确连接后，逆变器应能正常工作。

6.3.6 交流输出侧保护

逆变器至少应具有对交流输出侧过流、过载、短路和缺相的保护功能。

6.3.6.1 交流过载保护

当逆变器输出的功率为 120%最大允许输出功率，并维持 120s 时，逆变器应能在 0.1s 内停机，同时

发出警示信号，故障消失并状态恢复正常后，逆变器应能正常工作。

当逆变器输出的功率为 140% 最大允许输出功率，并维持 1s~3s 时，逆变器应能在 0.1s 内停机，同时发出警示信号，故障消失并状态恢复正常后，逆变器应能正常工作。

6.3.6.2 交流短路保护

当检测到逆变器输出侧发生短路时，逆变器应能在 0.1s 内停机，同时发出警示信号，故障消失并状态恢复正常后，逆变器应能正常工作。

6.3.6.3 交流缺相保护

当检测到逆变器三相输出侧中的任何一相或者任何两相未连接电动机—水泵时，逆变器应能在 0.1s 内停机，同时发出警示信号，故障消失并状态恢复正常后，逆变器应能正常工作。

6.3.7 绝缘耐压

6.3.7.1 绝缘电阻

逆变器的输入电路对地、输出电路对地以及输入电路与输出电路间的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ 。绝缘电阻只作为绝缘强度试验参考。

6.3.7.2 绝缘强度

逆变器的输入电路对地和输出电路对地应承受 50Hz 的正弦交流电压 1min 或等效直流电。试验过程中要保证不击穿，不飞弧，漏电流应小于 20mA。

6.3.8 外壳防护等级

逆变器的外壳防护应符合 GB 4208 的规定。户内型应不低于 IP20；户外型应不低于 IP54。

6.3.9 自动开/关机

逆变器应根据日出和日落的日照条件，实现自动开关机（开机时的机泵有效扬程大于或等于实际工况扬程）。

6.4 光伏水泵系统用电动机—水泵

6.4.1 光伏水泵系统用的各类水泵及配套电动机的技术要求及安全防护性能应符合相关国家标准的规定。

6.4.2 运转性能。电动机—水泵在运转过程中应无异常振动、卡滞和碰擦等现象。

6.5 光伏水泵系统性能要求

6.5.1 光伏水泵系统启动功率

光伏水泵系统的启动功率用扬水阈值表示，不同类型水泵的扬水阈值见表 1。

表 1 不同类型水泵的扬水阈值

泵类型	泵种类	扬水阈值
叶片泵	离心泵	不大于 30%
	轴流泵	不大于 30%
	混流泵	不大于 30%
容积泵	活塞泵	不大于 20%
	螺杆泵	不大于 20%

6.5.2 光伏水泵系统保护性能

6.5.2.1 堵转保护

当光伏水泵系统运行，水泵发生堵转时，控制器/逆变器应能控制电动机—水泵停机，故障消失并状态恢复正常后，系统应能正常启动。

6.5.2.2 空转保护

当光伏水泵系统运行，水泵发生空转时，控制器/逆变器应能控制电动机—水泵停机，故障消失并状态恢复正常后，系统应能正常启动。

6.5.2.3 缺水保护

当光伏水泵系统的水源实时水位低于水泵的最低进水水位时,控制器/逆变器应能控制电动机—水泵停机,故障消失并状态恢复正常后,系统应能正常启动。

6.5.2.4 溢水保护

当光伏水泵系统的储水装置实时水位高于人工设置的高水位报警点时,控制器/逆变器宜控制电动机—水泵停机,恢复正常后,系统应能正常启动。

6.5.3 光伏水泵系统输出能力

在标准试验条件下,以下的参数应符合产品用户手册的指标。

- a) 流量, m^3/s ;
- b) 扬程, m ;
- c) 输出特性;
- d) 效率, %。

7 试验方法与检验规则

7.1 部件试验

7.1.1 太阳电池组件试验

太阳电池组件应取得符合按 6.1 相关标准检测合格的检测报告。

7.1.2 光伏水泵系统用控制器

7.1.2.1 控制器试验平台

控制器性能指标试验的参考电路如图 3 所示。测试要求如下:

- a) 被测控制器的直流输入源应为太阳电池组件/方阵或光伏方阵模拟器;直流输入源应至少能提供被测控制器最大直流输入功率的 1.5 倍,且直流输入源的输出电压应与被测控制器直流输入电压的工作范围相匹配,试验期间输出电压波动应不超过 5%。
- b) 功率分析仪应能测试电动机输入功率及显示控制器的效率。

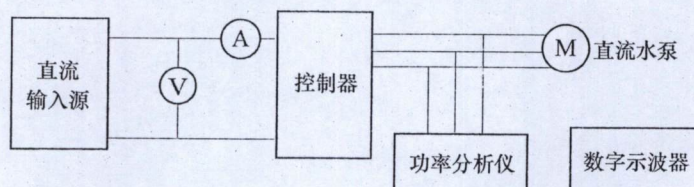


图 3 控制器试验平台

7.1.2.2 控制器效率试验

当控制器工作在额定状态时,用功率分析仪测量并记录效率值。其值应符合 6.2.1 的要求。

7.1.2.3 谐波试验

当控制器工作在额定状态时,用功率分析仪测量并记录谐波电流畸变率。其值应符合 6.2.2 的要求。

7.1.2.4 温升试验

- a) 在额定负载下控制器连续工作 2h 以上时进行温升测量;
- b) 用半导体点温计测量功率器件、整流器件及导线的温度;
- c) 变压器、电抗器的温升用电阻法测定;
- d) 测试结果应符合 6.2.3 的要求。

7.1.2.5 保护功能试验

7.1.2.5.1 输出短路保护试验

- a) 按图 3 所示进行接线;

- b) 调整直流输入源, 使控制器工作在额定状态下;
- c) 将控制器的输出端进行短接, 保护时间应符合 6.2.4 的要求。

7.1.2.5.2 过流保护试验

- a) 按图 3 所示进行接线;
- b) 调整直流输入源, 使控制器的输入功率为额定功率的 1.5 倍;
- c) 控制器过流保护应符合 6.2.4 的要求。

7.1.2.5.3 输入欠压保护试验

- a) 按图 3 所示进行接线;
- b) 调整直流输入源, 使其输出电压为控制器额定电压的 50%;
- c) 控制器欠压保护应符合 6.2.4 的要求。

7.1.2.5.4 输入过压保护试验

- a) 按图 3 所示进行接线;
- b) 调整直流输入源, 使其输出电压为控制器额定电压的 150%;
- c) 控制器过压保护应符合 6.2.4 的要求。

7.1.2.5.5 输入反接保护试验

- a) 控制器输出端不接负载。
- b) 直流输入源为太阳电池组件/方阵或光伏方阵模拟器。在试验使用光伏方阵模拟器的情况下, 应调节模拟器使其输出电压为控制器的最高输入电压, 且输出电流不超过控制器额定输入电流的 1.5 倍。将光伏方阵模拟器反接入控制器中。
- c) 控制器应能自动保护; 1min 后再将其正确接入, 控制器应能正常工作。

7.1.2.5.6 输出高频保护

- a) 按图 3 所示进行接线;
- b) 调节直流输入源的电压, 用数字示波器观察输出电流频率;
- c) 当连续增加至额定频率的 1.2 倍时, 应维持在 1.2 倍额定频率不再继续增加。

7.1.2.5.7 输出低频保护

- a) 按图 3 所示进行接线;
- b) 调节直流输入源的电压, 用数字示波器观察输出电流频率;
- c) 当连续降低至小于或等于额定频率的 0.2 倍时, 允许控制器停止输出。

7.1.2.5.8 防雷保护

检查控制器是否安装防雷保护装置。

7.1.2.6 负荷等级试验

- a) 按图 3 所示进行接线;
- b) 调节直流输入源, 使控制器输入功率等于额定功率;
- c) 连续可靠工作 8h 后控制器应能正常工作;
- d) 将控制器输出调整至额定功率的 125%, 连续可靠工作时间不少于 1min 时, 控制器应能正常工作;
- e) 将控制器输出调整至额定功率的 150%, 连续可靠工作时间不少于 10s 时, 控制器应能正常工作。

7.1.2.7 绝缘电阻与介电强度试验

试验方法按 GB/T 20321.2—2006 中 5.12 的要求进行, 其结果应符合 6.2.6 的规定。

7.1.2.8 最大功率点跟踪效率试验

- a) 按图 3 所示进行接线, 直流输入源为光伏方阵模拟器;
- b) 模拟器输出电压调整为额定电压, 输出功率调整为控制器的额定功率;
- c) 启动控制器, 计算输入到控制器的输入功率, 并按照“效率=输入功率/额定功率”, 其值应符

合 6.2.7 的规定。

7.1.2.9 自动开关机试验

- 按图 3 所示进行接线，直流输入源为光伏方阵模拟器；
- 通过设定输出功率的大小来模拟日升和日落；
- 控制器应能自动开启和关闭。

7.1.3 光伏水泵系统用逆变器试验

7.1.3.1 逆变器试验平台

逆变器性能指标试验的参考电路如图 4 所示。测试要求如下：

- 驱动水泵的交流电动机功率应该和逆变器最大允许输出功率相匹配；
- 被测逆变器的直流输入源宜为太阳电池组件/方阵或光伏方阵模拟器，直流输入源应至少能提供被测逆变器最大直流输入功率的 1.5 倍，且直流输入源的输出电压应与被测逆变器直流输入电压的工作范围相匹配，试验期间输出电压波动应不超过 $\pm 5\%$ ；
- 如果被测逆变器有指定的直流输入源，但该输入源不能提供试验中规定的逆变器的输出功率，应在输入电源能够提供的范围内进行测试。

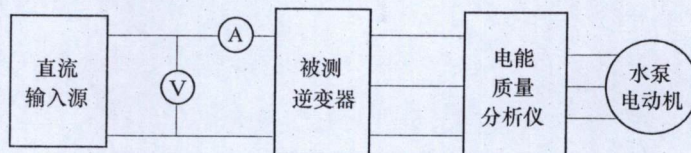


图 4 逆变器试验平台

7.1.3.2 转换效率试验

试验方法按 GB/T 20514 的要求进行，其值应符合 6.3.1 的规定。

7.1.3.2.1 最大转换效率

根据逆变器的设计，测量得到最大的转换效率，其值应符合 6.3.1 的规定。测试过程中，为保证逆变器正常运行所要消耗的电能都应该考虑。测试过程中应该关闭最大功率点跟踪功能。

7.1.3.2.2 逆变效率曲线

测量负荷点为 10%，15%，20%，25%，30%，50%，75%，100%以及最大转换效率处和最大功率点处的转换效率，并以曲线图的形式在试验报告中给出。

7.1.3.3 MPPT 效率试验

逆变器额定功率运行时，测量逆变器的 MPPT 效率，其值应符合 6.3.2 的规定。

7.1.3.4 输出电压不平衡度试验

逆变器额定功率运行时，测量其公共连接点的三相电压不平衡度，其值应符合 6.3.3 的规定。

7.1.3.5 过负荷能力

在过负荷试验前先进行空负荷试验，以检验逆变器的接线是否正确，以及检验其空载工作特性是否达到规定的要求。通过后再进行过负荷能力试验，试验时逆变器应接一额定负荷（电动机或等效的模拟负荷），当输出电流在 120%、140%额定电流下运行时的状况应能符合 6.3.4 的规定。

7.1.3.6 直流输入侧保护功能试验

7.1.3.6.1 直流过压保护试验

调节直流输入源的电压，直至逆变器直流侧输入电压偏离允许直流输入电压范围，逆变器的工作状态应符合 6.3.5.1 的规定。

7.1.3.6.2 极性防反接保护试验

按图 4 所示接线，在使用光伏方阵模拟器的情况下，应调节模拟器使其输出电压为逆变器的最大额定输入电压，且使其输出电流不超过逆变器额定输入电流的 1.5 倍。

将太阳能电池组件/方阵或光伏方阵模拟器反接入逆变器输入端，逆变器应能自动保护；1min 后再将其正确接入，逆变器应能正常工作。

7.1.3.7 交流输出侧保护功能试验

7.1.3.7.1 交流过负荷保护试验

使逆变器输出功率超过逆变器允许的最大交流输出功率，逆变器的工作状态应符合 6.3.6.1 的规定。

7.1.3.7.2 交流短路保护试验

将逆变器交流输出短路，短路应分别在相与相进行，逆变器应能自动保护，逆变器的工作状态应符合 6.3.6.2 的规定。

7.1.3.7.3 交流缺相保护试验

断开逆变器交流输出侧的任意一相或者任意两相，逆变器应能自动保护，逆变器的工作状态应符合 6.3.6.3 的规定。

7.1.3.8 绝缘耐压试验

7.1.3.8.1 绝缘电阻测定试验

用绝缘电阻表或绝缘电阻测试仪以 1000V 试验电压分别测量逆变器的输入电路对地和输出电路对地的绝缘电阻值。其值应符合 6.3.7.1 的规定。测量绝缘电阻合格后，才能进行绝缘强度试验。

7.1.3.8.2 绝缘强度测定试验

用耐压测试仪分别对逆变器的输入电路对地和输出电路对地按 6.3.7.2 要求进行试验，并符合其规定。

试验电压的方均根值见表 2。试验电压应从零开始，以每级为规定值的 5% 的有级调整方式上升至规定值后，持续 1min。

表 2 绝缘强度试验电压

额定电压 U_N (V)	试验电压 (V)
$U_N \leq 60$	1000
$60 < U_N \leq 300$	2000
$300 < U_N \leq 690$	2500
$690 < U_N \leq 800$	3000
$800 < U_N \leq 1000$	3500
$1000 < U_N \leq 1500^*$	3500

注 1：整机绝缘强度按上述指标仅试验一次。用户验收产品时如需要进行绝缘强度试验，应将上列试验电压降低 25% 进行。
 注 2：如果逆变器被试回路含有电容等，可以采用直流电压测试。直流电压值取对应交流测试电压峰值。
 注 3：绝缘电阻和绝缘强度测定试验时，低压控制电路可以拆除，如过压保护器和滤波器等。
 * 有效电压。

7.1.3.9 外壳防护等级试验

试验按 GB 4208 规定进行，逆变器所能达到的外壳防护等级应符合 6.3.8 的规定。

7.1.3.10 自动开关机试验

按图 4 所示接线，调节直流输入源，使直流侧电压从低于逆变器的允许直流电压工作范围下限的电压处开始增加，当直流侧电压高于允许范围的下限时，逆变器应能自动开机。

待逆变器工作稳定后，调节直流输入源使直流侧电压下降到低于允许范围的下限时，逆变器应能自动关机。

7.1.4 光伏水泵系统用电动机—水泵试验

7.1.4.1 水泵及配套的电动机应取得符合 6.4.1 规定的相关标准检测合格的检验报告。

7.1.4.2 运转性能。按附录 A 光伏水泵系统试验平台的测试要求进行试验，运转状态应符合 6.4.2 的规定。

7.2 系统整体试验

7.2.1 太阳能电池组件、控制器/逆变器、电动机—水泵等各部件的表面用目测、直尺测量、触摸的方法检验,结果应符合 5.2.4 的要求。

7.2.2 太阳能电池组件支架用目测和直尺测量的方法检验,结果应符合 5.3.1 要求。

7.2.3 光伏水泵系统各部分的连接用目测、触摸的方法检验,结果应符合 5.3.2 的要求。

7.2.4 启动功率测量。按附录 A 光伏水泵系统试验平台的测试要求进行试验。关闭压力控制器,将水填充至气囊的 50% (增压之前),利用气压达到泵的正常扬程,然后压力控制器也设置达到此扬程。光伏方阵模拟器设置为系统启动的最小电流值。从低值到高值重复这个过程直到系统启动,稳定运行 2min。不同类型水泵的启动功率应符合 6.5.1 的规定。

7.2.5 光伏水泵系统保护性能试验。

7.2.5.1 水泵堵转保护试验。驱动水泵的电动机的转子用金属条卡住,启动逆变器运行,控制器/逆变器的工作状态应符合 6.5.2.1 规定。

7.2.5.2 水泵空转保护试验。使水泵离开水源,启动逆变器运行,控制器/逆变器的工作状态应符合 6.5.2.2 的规定。

7.2.5.3 光伏水泵系统缺水保护试验。使光伏水泵系统的水源中的水位低于水泵的进水口,控制器/逆变器的工作状态应符合 6.5.2.3 的规定。

7.2.5.4 光伏水泵系统上溢水保护试验。使光伏水泵系统的储水装置中的水位高于人工设置的高水位报警点位置,控制器/逆变器的工作状态应符合 6.5.2.4 的规定。

7.2.6 光伏水泵系统输出能力试验。试验方法见附录 A,检测结果应符合 6.5.3 的规定。

8 文件编制

8.1 生产厂应提供用户手册和系统保修证明。

8.2 用户手册包括下列内容:

- a) 系统的结构和工作原理;
- b) 操作规程和注意事项;
- c) 维护说明;
- d) 基本故障排除指南;
- e) 系统及系统部件的尺寸和质量;
- f) 完整的系统部件清单,系统及各部分技术指标及参数;
- g) 系统安装说明,功能框图及机械结构图。

9 标志、包装、运输和储存

9.1 标志

产品应在明显位置固定符合 GB/T 13306 中规定的永久性产品标牌,内容至少应包括:

- a) 产品名称、型号、规格;
- b) 主要技术参数;
- c) 生产企业名称、地址、联系方式;
- d) 出厂日期和出厂编号;
- e) 产品执行标准号。

9.2 包装

9.2.1 包装应符合 GB/T 191 的相关规定,箱外的标志应清晰整齐,并包括下列内容:

- a) 产品名称型号、规格;
- b) 生产企业名称、地址、联系方式;

- c) 出厂日期;
- d) 需要的标志: “小心轻放”、“向上”等。

9.2.2 包装箱内应附有下列文件:

- a) 产品装箱单;
- b) 产品合格证;
- c) 产品使用说明书;
- d) 保修卡及其他附件。

9.3 运输

产品在运输过程中, 不得碰撞、损坏、受潮和受压。

9.4 储存

包装后的产品应储存在环境温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不大于 80%, 无腐蚀性气体, 通风良好的库房中。

附录 A
(规范性附录)
光伏水泵系统输出能力试验

A.1 测量仪器设备精度要求

测量仪器设备的精度应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 测量参数和精度

序号	参 数	符号	单位	精度
1	光伏组件/方阵电压	V_a	V	$\leq 1\%$
2	光伏组件/方阵电流	I_a	A	$\leq 1\%$
3	压强	p	Pa	$\leq 2\%$
4	流量	Q	m^3/h	$\leq 2\%$
5	电动机电压	V_m	V	$\leq 1\%$
6	电动机电流	I_m	A	$\leq 1\%$
7	电动机交流电压 (多相)	V_{rms}	V	$\leq 1\%$
8	电动机交流电流 (多相)	I_{rms}	A	$\leq 1\%$
9	功率因数	α	frac	$\leq 1\%$
10	交流频率 (或直流开关频率)	f	Hz	$\leq 2\%$
11	电动机转速	n	r/min	$\leq 2\%$
12	电动泵耦合扭矩	τ	Nm	$\leq 2\%$
13	功率	P	kW	$\leq 2\%$

A.2 光伏水泵系统试验平台

带有太阳辐照度和风速测量的实际太阳电池组件/方阵或能够模拟给定的光伏设备配置 (例如: 组件数目、类型和串联/并联数) 的光伏方阵模拟器、控制器/逆变器、电动机—水泵、水箱、管道系统、压力传感器、流量传感器、气囊、压力控制器、排出管、电缆线等。试验平台如图 A.1 所示。

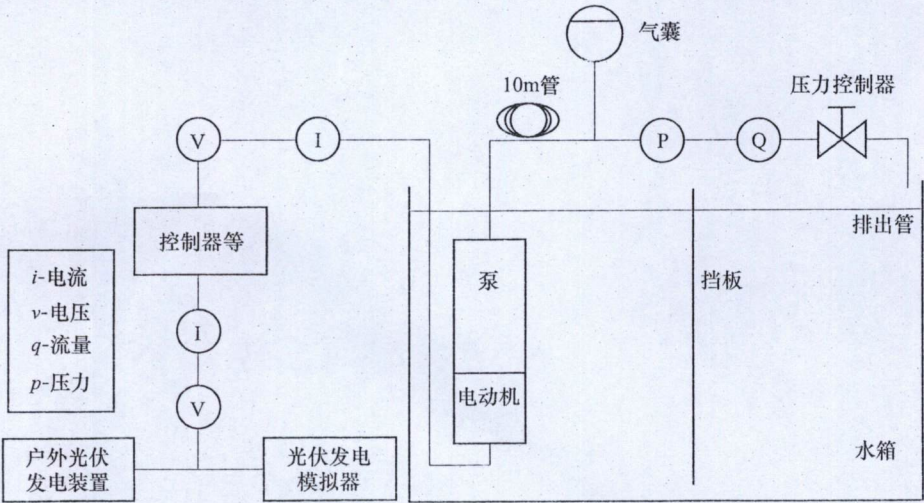


图 A.1 光伏水泵系统试验平台

A.3 测试要求

A.3.1 太阳能电池组件/方阵到控制器/逆变器的电缆线应为 5m、电动机引出电缆线长为 10m。位于泵出口和压力传感器之间的管子，其通径 D 必须与泵出口处配件的通径 D 相同，且其长度不少于 $4D$ 。水泵基本参数的试验方法参照 GB/T 12785 进行，采用 2 级测量精度。取压孔的设置及制造要求、压力传感器和流量传感器的距离、压力传感器离泵出水口距离、压力传感器离泵与气囊之间的弯处距离均应符合 GB/T 3216 的规定。

A.3.2 在水泵正常工作下，计算水能时忽略在泵出口和压力传感器之间的摩擦损耗的压降（在测试报告中注明）。

A.3.3 对于瞬时启动性能测试，通过气囊来保持压力。

A.3.4 用流量传感器测量流量时，排出管的末端应位于水面以下，且用一个竖直的隔板插在水箱中泵的入口和回水管之间。如用称重法或容积法测量，直接将出水引入称量容器。

A.3.5 管道工程的布局设计应避免气塞。泵出水端的水流不应影响泵进水口的进水状态。

A.4 测试方法

A.4.1 $Q-N$ 、 $Q-\eta$ 特性（定扬程下的流量—功率特性、定扬程下的流量—效率特性）

采用如图 A.1 所示的光伏水泵系统性能试验平台，测试步骤如下：

a) 限定以下扬程（ $H_{\max}$ 是水泵生产厂家给出的水泵最大扬程）。

$$H_1=0.3H_{\max}$$

$$H_2=0.4H_{\max}$$

$$H_3=0.5H_{\max}$$

$$H_4=0.6H_{\max}$$

$$H_5=0.7H_{\max}$$

$$H_6=0.8H_{\max}$$

$$H_7=0.9H_{\max}$$

b) 打开阀门，电动机—水泵在低压下以标准转速运行 5min。

c) 测试从最大的压力开始（每次测试压力设为定值），系统输入功率从高到低逐步变化，测量对应的流量。

d) 在最大输入功率和最小输入功率之间至少取 5 个数值，并使流量间隔相等（测量点之间流量的差值应相等）。

通过以下的测量和式（A.1）、式（A.2）计算求得控制器/逆变器—电动机—水泵的机泵系统效率。

压力传感器深入水中测量扬程的实际值，通过标准流量计或称重法和容积法测量泵水流量，测量控制器/逆变器的输入电压和电流，即

$$\eta = \rho \frac{HQg}{IU} \quad (\text{A.1})$$

式中：

η ——系统效率，%；

ρ ——水密度， kg/m^3 ；

H ——扬程，m；

Q ——流量， m^3/s ；

I ——电流，A；

U ——电压，V；

g ——重力加速度， 9.8m/s^2 。

机泵系统加权效率为:

$$\eta_w = 0.03\eta_{5\%} + 0.06\eta_{10\%} + 0.13\eta_{20\%} + 0.10\eta_{30\%} + 0.48\eta_{50\%} + 0.20\eta_{100\%} \quad (\text{A.2})$$

式中:

η_w ——机泵系统加权效率, %;

$\eta_{5\%}$ ——水泵额定功率的 5%, 0.03 为加权因子, 其他类推。

A.4.2 $H-Q$ 特性 (扬程—流量特性)

测试步骤如下:

- a) 打开压力控制器, 电动机—水泵在低压下以额定转速运行 5min。
 - b) 压力控制器设置为泵以最大扬程运行的状态 (对于离心泵, 压力控制器完全关闭; 对于活塞泵, 调节压力控制器以达到额定的最大扬程), 从此测试点开始逐步打开压力控制器, 最终达到最大流量和最低扬程。
 - c) 达到新的测试点, 水泵输入功率做相应的调整。
 - d) 在压力控制器开启和关闭之间至少取流量间隔相等的 5 个测量点。在同一条 $H-Q$ 曲线中应保持转速恒定。
 - e) 对于不同的转速, 重复这个步骤, 完成一条 5 点曲线。
-