

光伏并网逆变器整机测试解决方案



说明：目前我国光伏并网逆变器认证采用的标准水平与国际水平相当，除等同采用 IEC 标准外，还结合国情自行起草了国标、行标或企标，如 GB/T 19939-2005、CNCA/CTS0004: 2009《400V 以下低压并网光伏发电专用逆变器技术要求和试验方法》和林洋公司的企业标准 Q/320681NDB10-2008《光伏发电与电能质量控制一体化并网逆变装置》等。但是我国的光伏标准体系并不健全，光伏产品认证缺少技术依据，影响了我国并网逆变器产品质量的评价和技术的提升，不利于国内光伏并网逆变器行业的发展。

我国的光伏逆变器主要用于出口，不同国家和地区的光伏并网逆变器认证时采用的标准也各不相同；再者，光伏逆变器的产品具有多样性，对于安规测试与认证要求差异也大，在全球还没有形成权威统一的认证标准。

进入欧洲市场认证时采用的标准，如 IEC 62109、IEC 62116、IEC61727、EN 61000-6-1/2/3/4、EN50178、IEC 62103、VDE0126-1-1 等，除了关注光伏并网逆变器设备的机械和电气安全以外，还关注设备的电性能。进入北美市场认证时采用的标准，如 UL 1741、IEEE1547/IEEE1547.1 等，更关注光伏并网逆变器的安全性能。

针对各国现有光伏逆变器的认证标准而言，美国所用的 UL 1741 较为完整，国际标准 IEC62109 采用许多 UL 1741 及其他国际标准如 IEC 60950、IEC 61010 的要求，使其成为各方可以接受的协调标准。目前，很多国家进行产品的安规认证时都采用了 IEC62109，

当然也有例外，例如，英国并没有采取 IEC 标准，而制定了自己的标准，如 G83/1. 和 G59/1。其他国家也有对应的标准，比如德国的 VDE0126-1-1 认证、美国的 ULI741 认证，西班牙的 RD 1663/2000 认证、澳大利亚的 AS 4777 认证、意大利的 DK5940 认证等，均为此类针对电网保护相关标准。根据这些菊水皇家周璇整理了光伏逆变器整机测试方案。

目录

1	范围	1
2	规范性引用文件.....	1
3	测试项目及要求.....	3
3.1	概述.....	3
3.2	检测项目	3
4	电气性能及环境安全试验方法和技术要求.....	3
4.1	转换效率	3
4.2	并网谐波电流	4
4.3	功率因素	5
4.4	电网电压响应	5
4.5	电网频率响应	6
4.6	直流分量	7
4.7	电压不平衡度	7
4.8	噪声.....	7
4.9	防孤岛效应保护.....	8
4.10	低电压穿越	8
4.11	交流侧短路	9
4.12	防反放电.....	9
4.13	极性反接.....	10
4.14	直流过载保护	10
4.15	直流过压保护	10
4.16	方阵绝缘阻抗检测	11
4.17	方阵残余电流检测	11
4.18	通讯功能.....	12

4.19	自动开关机	12
4.20	软启动	12
4.21	绝缘电阻、绝缘强度	13
4.22	外壳防护等级	13
4.23	恒定湿热	14
4.24	低温启动	14
4.25	高温启动及工作	15
4.26	功率控制与电压调节	15
4.27	连续工作	16
4.28	温升	16
5	电磁兼容测试	18
5.1	温升静电放电抗扰度	18
5.2	电快速瞬变脉冲群抗扰度	19
5.3	浪涌抗扰度	21
5.4	射频传导抗扰度	22
5.5	工频磁场抗扰度	23
5.6	阻尼振荡波抗扰度	23
5.7	电压波动抗扰度	25
5.8	辐射电磁场抗扰度	25
5.9	传导发射	26
5.10	辐射发射	28
6	机体和结构质量检查	29
7	震动测试	29
8	老化测试	30
9	检验规则	30
9.1	检验分类	30
9.2	出厂检验	32
9.3	型式检验	32

光伏逆变器整机测试技术方案

1 范围

本技术方案规定了光伏并网逆变器整机测试项目的技术要求、试验方法及检验规则等。

本技术方案适用于光伏并网逆变器整机测试。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用成为本技术方案的规范。

GB 4208-2008 外壳防护等级（IP代码）（IEC 60529:2001, IDT）

GB 7260.2-2009 不间断电源设备（UPS） 第2部分：电磁兼容性（EMC）要求（IEC62040-2: 2005, IDT）

GB 10593.1-2005 电工电子产品环境参数测量方法 第1部份：振动

GB/T 191-2008 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（IEC 60068-2-1:2007, IDT）

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（IEC 60068-2-2:2007, IDT）

GB/T 2423.3-2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验方法（IEC 60068-2-78:2001, IDT）

GB/T 3859.2-1993 半导体变流器 应用导则（IEC 60146-1-2:1991, EQV）

GB/T 12325-2008 电能质量 供电电压偏差

GB/T 12326-2008 电能质量 电压波动和闪变

GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14549-1993 电能质量 公用电网谐波

GB/T 15543-2008 电能质量 三相电压允许不平衡

GB/T 15945-2008 电能质量 电力系统频率偏差

GB/T 17626.2-2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（IEC 61000-4-2:2001, IDT）

GB/T 17626.3-2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验（IEC 61000-4-3:2002, IDT）

GB/T 17626.4-2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验（IEC 61000-4-4:2004, IDT）

GB/T 17626.5-2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
（IEC 61000-4-5:2005, IDT）

GB/T 17626.6-2008 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
（IEC 61000-4-6:2006, IDT）

GB/T 17626.8-2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验（IEC
61000-4-8-2001, IDT）

GB/T 17626.12-1998 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验（IEC
61000-4-12:1995, IDT）

GB/T 17626.14-2005 电磁兼容 试验和测量技术 电压波动抗扰度试验（IEC
61000-4-14:2002, IDT）

GB/T 18479-2001 地面用光伏（PV）发电系统 概述和导则（IEC
61277:1995, IDT）

GB/T 20514-2006 光伏系统功率调节器效率测量程序（IEC 61683:1999, IDT）

GB/Z 6829-2008 剩余电流动作保护电器的一般要求

IEC 62109-1-2010 光伏发电系统用电力转换设备的安全 第1部分 通用要求

IEC 62109-2-2011 光伏发电系统用电力转换设备的安全 第2部分 对逆变器的
的特殊要求

EN 50530-2010 并网光伏逆变器的全逆变效率

IEC 60990-1999 接触电流和保护导体电流的测量方法

IEC 62116-2008 并网连接式光伏逆变器孤岛防护措施测试方法

Q/GDW 617-2011 光伏电站接入电网技术规定

Q/GDW 618-2011 光伏电站接入电网测试规程

3 测试项目及要求

3.1 概述

本技术规范阐述了光伏并网逆变器整机功能性测试的项目和要求。本方案主要针对：14项性能检测、8项保护功能检测、2项安全检测进行试验方式指导和技术指标实现。

3.2 检测项目

性能检测	保护功能检测	安全性检测	环境检测	EMC 检测	稳定性检测
转换效率	电网电压响应	绝缘强度	高温启动及工作	传导发射	连续工作
并网电流谐波	电网频率响应	绝缘电阻	温升试验	辐射发射	防护等级
电压不平衡度	防孤岛效应保护		低温启动及运行	静电放电抗扰度	机体和结构质量检查
功率因素	输出端短路保护		湿热运行	射频电磁场辐射抗扰度	震动测试
直流分量	防反放电保护		噪声	电快速瞬变脉冲群抗扰度	老化测试
通讯功能	极性反接保护			电压波动抗扰度	
自动开关机	直流过载保护			浪涌（冲击）抗扰度	
软启动	直流过压保护			射频场感应的传导骚扰抗扰度	
有功功率控制				工频电磁场抗扰度	
电压/无功调节				阻尼振荡波抗扰度	
方阵绝缘阻抗检测					
方阵残余电流检测					
低电压穿越					

4 电气性能及环境安全试验方法和技术要求

4.1 转换效率

- 试验方法

测量负载点为5%，10%，15%，20%，25%，30%，50%，75%，100%以及可输出最大功率点处的转换效率。

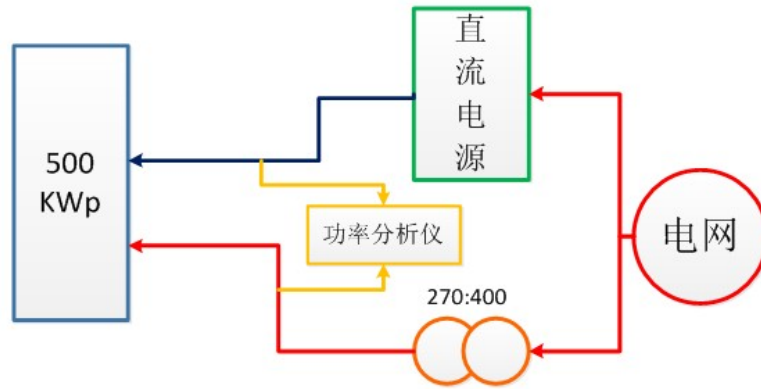


图 1 转换效率

- 技术指标

最大转换效率应不低于97%。

4.2 并网谐波电流

- 试验方法

试验在逆变器输出为额定功率时进行，用电能质量分析仪测量出电流谐波总畸变率和各次谐波电流含有率。同时测量30%，50%，70%负载点处的电流谐波值，其值不得超过额定功率运行时可接受的谐波电流值。

- 技术指标

逆变器额定功率运行时，电网谐波电压总畸变率不大于5%，奇次谐波电压含有率不大于4%（见表错误！未找到引用源。），偶次谐波电压含有率不大于2%（见表1）。

表错误！未找到引用源。 奇次谐波电流含有率限值

表 1 偶次谐波电流含有率限值

奇次谐波次数	含有率限值 (%)
3 rd -9 th	4.0
11 th -15 th	2.0
17 th -21 st	1.5
23 rd -33 rd	0.6

35 th 以上	0.3
---------------------	-----

偶次谐波次数	含有率限值 (%)
2 nd -10 th	1.0
12 th -16 th	0.5
18 th -22 nd	0.375
24 th -34 th	0.15
36 th 以上	0.075

4.3 功率因素

- 试验方法

采用功率分析仪或电能质量分析仪测试。参照效率测试，可同时测试功率因数。

- 技术指标

逆变器输出有功功率大于其额定功率的50%时，功率因数应不小于0.98（超前或滞后），输出有功功率在20%~50%之间时，功率因数应不小于0.95（超前或滞后）。

4.4 电网电压响应

- 试验方法

此项实验需要采用模拟电网来完成试验。在逆变器并网输出端接负载以及调频调压电源作为模拟电网，通过更改调频调压电源的输出电压，实现逆变器网侧电压的变化，同时用具备一定存储深度的数字示波器记录动作时间，最终验证逆变器保护动作时间是否符合标准要求。

测试时，逆变器以最小功率输出工作。

- 技术指标

当模拟电网电压在额定电压±10%范围内变化时应能正常工作，具体指标见表3。

表3 过/欠压的响应时间

电压 ^a （逆变器交流输出端）	最大跳闸时间 ^a
$V < 50\% V_{\text{标称}}$	0.1s
$50\% V_{\text{标称}} \leq V < 85\% V_{\text{标称}}$	2.0s
$110\% V_{\text{标称}} < V < 135\% V_{\text{标称}}$	1.0s
$135\% V_{\text{标称}} \leq V$	0.05s
^a : 有效电压	

4.5 电网频率响应

- 试验方法

此项实验需要采用模拟电网来完成试验。在逆变器并网输出端接负载以及调频调压电源作为模拟电网，通过更改调频调压电源的输出频率，实现逆变器网侧频率的变化，同时用具备一定存储深度的数字示波器记录动作时间，最终验证逆变器保护动作时间是否符合标准要求。

测试时，逆变器以最小功率输出工作。

- 技术指标

电网频率在额定频率变化时，逆变器的工作状态应该满足下表的要求。

表4 逆变器在不同电网频率下的运行要求

频率范围	逆变器响应
低于 48Hz	逆变器 0.2 秒内停止运行
48-49.5Hz	逆变器运行 10 分钟后停止运行
49.5-50.2Hz	逆变器正常运行
50.2-50.5Hz	逆变器运行 2 分钟后停止运行
高于 50.5Hz	逆变器 0.2 秒内停止向电网供电

4.6 直流分量

- 试验方法

采用功率分析仪或电能质量分析仪测试。参照效率测试，可同时测试直流分量值。

- 技术指标

逆变器额定功率并网运行时，向电网馈送的直流电流分量应不超过其输出电流额定值的0.5%或5mA，取二者中较大值。

4.7 电压不平衡度

- 试验方法

逆变器额定功率运行时，通过电能质量分析仪或功率分析仪读取逆变器交流并网侧（公共连接点）的三相电压不平衡度。

- 技术指标

公共连接点的负序电压不平衡度应不超过 2%，短时不得超过 4%。

4.8 噪声

- 试验方法

逆变器在额定功率运行时，在距离设备水平位置 1m 处用声级计测量噪声。

测试时至少应保证实测噪声与背景噪声的差值大于 3dB，否则应采取措施使测试环境满足当测试时，如果测得噪声值与背景噪声相差大于 10dB 时，测量值不做修正。当噪声与背景噪声的差值在 3dB-10dB 之间时，按照表 5 进行噪声值的修正。

表5 背景噪声测量结果修正表

差值 (dB)	3	4~5	6~10
修正值 (dB)	-3	-2	-1

- 技术指标

对于声压等级大于 80dB 的逆变器，应该于明显位置加贴听力损害的警示标识。说明书中要给出减少听力损害的指导。

4.9 防孤岛效应保护

- 试验方法

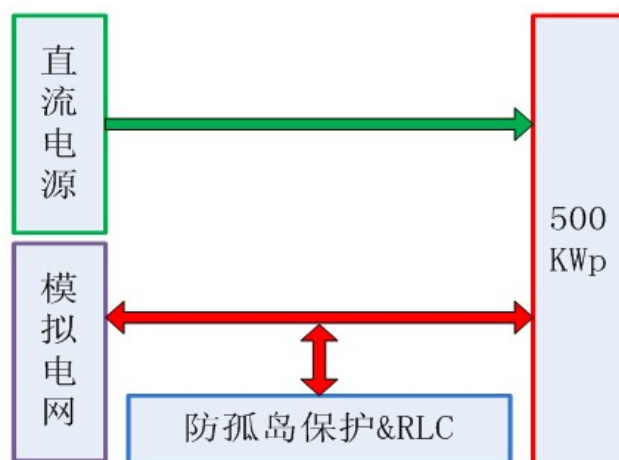


图 2 防孤岛效应保护

上图给出了防孤岛效应保护试验平台，负载采用可变RLC谐振电路，谐振频率为被测逆变器的额定频率（50/60Hz），其消耗的有功功率与被测逆变器输出的有功功率相当。用具备一定存储深度的数字示波器记录动作时间，最终验证逆变器保护动作时间是否符合标准要求。

- 技术指标

逆变器并入的电网供电中断，逆变器应在2s内停止向电网供电，同时发出警示信号。

4.10 低电压穿越

- 试验方法

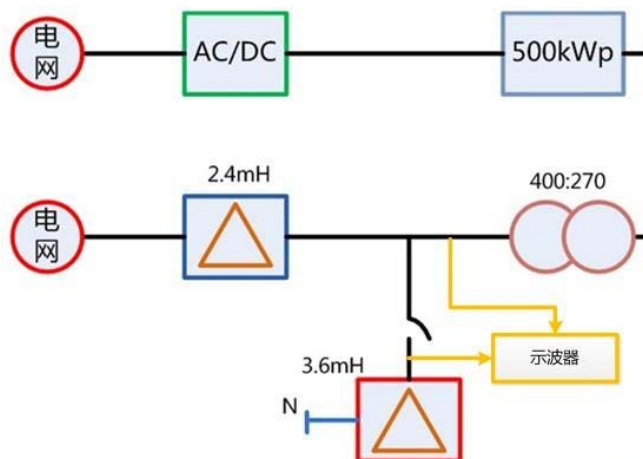


图 3 低电压穿越

图3 给出了低电压穿越试验平台，断路器由时间继电器控制，设定闭合时间为2s，闭合3.6mH电抗器，同时用具备一定存储深度的数字示波器记录动作时间，最终验证逆变器保护动作时间是否符合标准要求。

- 技术指标

逆变器交流侧电压跌至20%标称电压时，逆变器能够保证不间断并网运行2s；逆变器交流侧电压在发生跌落后3s内能够恢复到标称电压的90%时，逆变器能够保证不间断并网运行。

4.11 交流侧短路

- 试验方法

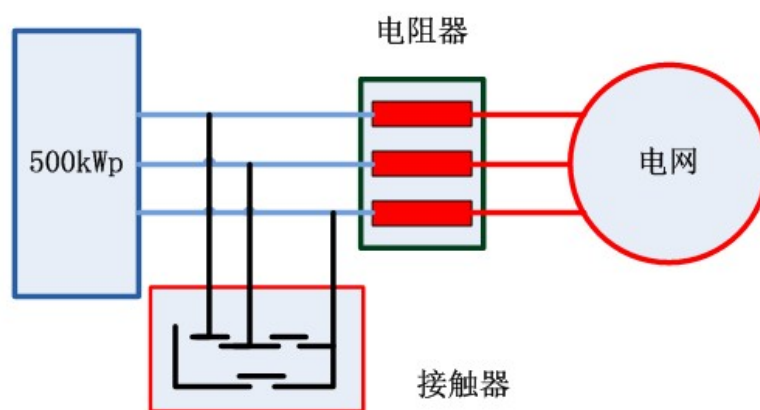


图 4 交流侧短路试验

图4 为交流侧短路试验平台。逆变器以最小功率运行，分别对逆变器三相输出的任意两相进行短路。

- 技术指标

变器工作时检测到交流侧发生短路时，逆变器应能停止向电网供电。

4.12 防反放电

- 试验方法

逆变器停机状态直接测量直流侧无反向流过电流，可以用功率分析仪、直流钳表等设备测试。

- 技术指标

逆变器直流侧无反向流过电流。

4.13 极性反接

- 试验方法

逆变器停机状态，断开直流侧断路器，反接直流正负极，启动控制器检测自检过程。

- 技术指标

控制器自检不通过。极性正接后，逆变器应能正常工作。

4.14 直流过载保护

- 试验方法

调节逆变器的输出功率，使输出功率超过允许的最大直流输入功率时，观察功率分析仪，判断逆变器是否自动限流工作在允许的最大交流输出功率处。

- 技术指标

逆变器应自动限流工作在允许的最大交流输出功率处。

4.15 直流过压保护

- 试验方法

先将控制器过压保护值修改 700V。

1) 逆变器在关机状态下，断开直流侧开关，调节直流输入电压超过 700V，闭合直流侧开关，观察逆变器是否能够起动。

2) 逆变器在运行状态下，调高直流侧输入电压超过 700V，观察示波器记录逆变器跳闸时间。

- 技术指标

直流侧输入电压高于电压超过 700V 时，逆变器不得启动或在 0.1s 内停机（正在运行的逆变器），同时发出警示信号。直流侧电压恢复到 500V 时，逆变器应能正常启动。

4.16 方阵绝缘阻抗检测

- 试验方法

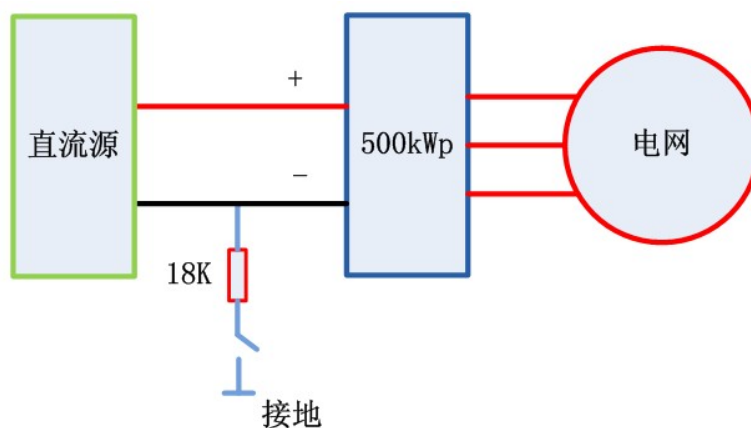


图 5 方阵绝缘阻抗试验

图 5 为方阵绝缘阻抗试验平台。在输入直流侧回路负极接入 $18\text{K}\Omega$ 电阻，测试逆变器能否响应，是否指示故障，恢复后故障能否消除。

- 技术指标

接入电阻后逆变器应不能启动，应报绝缘阻抗低；消除后，逆变器应能正常启动。

4.17 方阵残余电流检测

- 试验方法

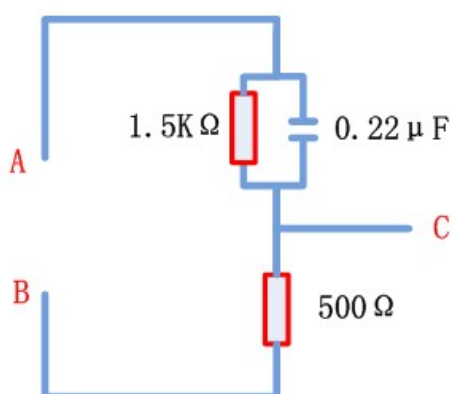


图 6 方阵残余电流试验

图 6 为方阵残余电流试验平台。直流输入电压调节到 DC 500V，负载功率 \leq 30kW。根据下列试验项目进行相关连接。

1) 接触电流。接线：A 接直流输入正极“+”，B 接地“GND”。用万用表测量 B、C 两端电压。

2) 着火漏电流。接线：接直流输入正极“+”，B 接地“GND”。用万用表测量 A、B 两端电流。

- 技术指标

1) 接触电流： $I (=U_{AB}/500) \leq 30\text{mA}$

2) 着火漏电流： $I \leq 300\text{mA}$

4.18 通讯功能

- 试验方法

用带程序的液晶屏与逆变器上的液晶屏连接，检测能否与外接液晶屏进行远程相连。

- 技术指标

逆变器上的通讯模式应能设置为“远程”。外接液晶屏应能控制逆变器的起止，参数设置和查看相关运行信息。

4.19 自动开关机

- 试验方法

逆变器输出 50KW 运行，调节直流输入电压值，测试逆变器能否是规定运行电压范围内做出相关响应。

- 技术指标

直流电压低于 400V，逆变器应能停机；直流电压恢复到 460V，逆变器应能恢复启动。

4.20 软启动

- 试验方法

并网逆变器启动运行时，输出功率应缓慢增加，输出功率变化率应可调。输出电流无冲击现象。

- 技术指标

主要是输出功率变化率可调。调节至不同参数，使用记录仪器（电能质量分析仪、功率分析仪）记录启动时功率变化曲线。

4.21 绝缘电阻、绝缘强度

- 试验方法

- 1) 绝缘电阻

用绝缘测试仪或绝缘摇表逆测试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。

- 2) 绝缘强度

逆变器的输入电路对地、输出电路对地以及输入电路对输出电路应承受 50Hz 的正弦交流电压 AC 2000V 和直流电压 DC 2000V，持续 1min。

- 技术指标

- 1) 绝缘电阻

测试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 1MΩ

- 2) 绝缘强度

验过程中要保证不击穿，不飞弧，漏电流<20mA。

4.22 外壳防护等级

- 试验方法

- 1) 依据：GB 4208-2008

- 2) 类型：设备正常工作周期内的气压低于周围大气压；

抽气速度：40 倍~60 倍外壳容积；试验进行 2h；

抽气速度小于 40 倍外壳容积，试验应连续抽满 80 倍容积或抽满 8h。

- 技术指标

逆变器的外壳防护应符合IP20要求，具体指标见表6。

表6 外壳防护要求

防护等级	试验项目名称	检验要求
------	--------	------

IP20	直径 12mm 铰接指	施加 10N 的力，可进入外壳 80mm，但与带电部分保持足够间隙
	直径 12.5mm 试球	施加 50N 的力，不完全进入外壳，并与带电部分保持足够间隙

4.23 恒定湿热

- 试验方法

1) 采用恒定湿热（温度及湿度固定）的试验程序，将具有正常大气环境下放置的逆变器放入同样状态的试验箱中；

2) 将试验箱的温度调至 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(90 \pm 3)\%$ 恒定湿热条件下，待温度、湿度指标达到要求后，保持 48h；

3) 试验结束后，将试验箱温度调至 25°C ，在 0.5h 内将相对湿度降到 $73\% \sim 77\% \text{RH}$ ，然后在 0.5h 内将温度调节到实验室的温度，且温度容差为 $\pm 1\text{K}$ ；

4) 试验结束后，将逆变器放置 2h 至干燥，开机至满功率运行。

- 技术指标

逆变器应能满载运行。

4.24 低温启动

- 试验方法

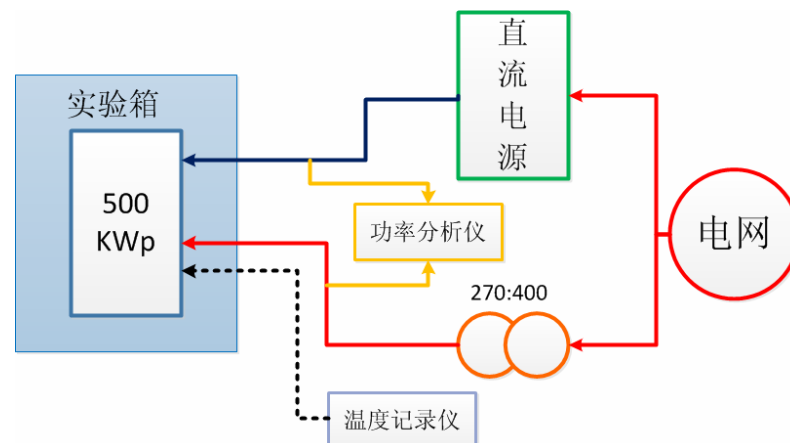


图 7 低温启动试验

1) 温度监测布点：在逆变器的关键元器件部位粘贴热电偶，部位选择包含 IGBT 散热片、电抗器、前面板、直流支撑电容、电路板、交流滤波电容、机柜环境等，在试验箱外部采用温度记录仪记录采样点的温度变化曲线；

2) 完成逆变器试验前常规性能的检测：使逆变器工作在满负载下，检测并记录的项目应包含电压、电流、功率、功率因数、频率、电流谐波等；

3) 将试验箱的温度调至 $-20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，并有足够时间使样品达到温度稳定（0.5h 温差不超过 1°C ）；

4) 逆变器温度稳定后，启动逆变器工作，缓慢上升至 100%负载点下运行至少 0.5h，记录此时如 3) 的各项参数，考核逆变器的低温启动能力；

5) 试验结束后，逆变器停止工作，然后将试验箱温度调至 25°C ，持续烘干时间约为 2~3h；

6) 待逆变器完全烘干后，开机至满功率运行。

- 技术指标

逆变器应能正在工作，功率应该缓慢增加。

4.25 高温启动及工作

- 试验方法

按照 4.24 试验平台测试。将试验箱的温度调至 $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，保持 2h。高温下，需测试逆变器的逆变效率，测试点包含 5%、10%、15%、20%、25%、30%、50%、75%、100%，并据此绘制出高温下的逆变效率曲线。

- 技术指标

逆变器在高温 $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境下应该正常工作，最大功率效率不应 $< 96\%$ 。

4.26 功率控制与电压调节

- 试验方法

1) 有功功率控制试验

逆变器电流以最大功率（ $I(\text{max}) \leq 1020\text{A}$ ）运行，操作液晶屏向发送多组有功控制信号（包括：有功功率和功率因数等参数），逆变器应能接收并执行。

2) 电压/无功调节试验

逆变器电流以最大功率 ($I_{\max} \leq 1020A$) 运行, 操作液晶屏向逆变器发送无功控制信号 (包括: 有功功率、功率因数、电压调差率等参数), 逆变器应能接收并执行。

- 技术指标

- 1) 有功功率控制试验

逆变器电流以最大功率 ($I_{\max} \leq 1020A$) 变化率变化时, 不应出现冲击电流。

- 2) 电压/无功调节试验

逆变器电流以最大功率 ($I_{\max} \leq 1020A$) 变化率变化, 逆变器应能调节输出无功输出。

4.27 连续工作

- 试验方法

逆变器额定功率下运行 72 小时。

- 技术指标

运行过程无异常现象发生。

4.28 温升

- 试验方法

- 1) 采用高温下散热样品温度渐变的试验方法, 将逆变器放入温度为室温的试验箱;

- 2) 温度监测布点: 在逆变器的关键元器件部位粘贴热电偶, 部位选择包含 IGBT 散热片、电抗器、前面板、直流支撑电容、电路板、交流滤波电容、机柜环境等, 在试验箱外部采用温度记录仪记录采样点的温度变化曲线;

- 3) 启动逆变器工作至满功率, 同时将试验箱的温度调至 $40 \sim 45^{\circ}C$ 后, 逆变器连续额定运行至热平衡 ($0.5h$ 温差不超过 $1^{\circ}C$), 持续 7 小时, 记录各温度点的最高温度;

- 4) 与标准要求的温升限值比较, 各温度点的温升值应不超过允许的限值;

- 5) 试验结束后, 逆变器停止工作, 然后将试验箱温度调至 $25^{\circ}C$, 持续降温时间约为 $2 \sim 3h$ 。

- 技术指标

对其零部件进行测量时，实际测得温度不应超过以下规定的最低限值：

1) 表 7 规定所示适用于线圈及其绝缘系统：

- ① 零部件适用的 IEC 标准；
- ② 零部件或材料制造商标称的工作温度；

表7 变压器、电抗器等线圈类及其绝缘系统温度极限限制

绝缘等级	温度限值/° C	温度限值/° C
(见 IEC 60085)	(表面粘贴热电偶法)	(线圈阻值变化法和多点埋入式热电偶法)
A 级 (105° C)	90° C	95° C
E 级 (120° C)	105° C	110° C
B 级 (130° C)	110° C	120° C
F 级 (155° C)	130° C	140° C
H 级 (180° C)	150° C	160° C
N 级 (200° C)	165° C	175° C
R 级 (220° C)	180° C	190° C
S 级 (240° C)	195° C	205° C

2) 若不满足于上述①②两种条件，则温度限值参照表 8 规定所示；

表 8 元器件及制造商材料等级温度标准不存在时的极限限值

材料和零部件	温度限值/° C
电容器—电解型	65° C
电容器—非电解型	90° C
外部连接的接线柱	60° C
外部导体能够触及	60° C
逆变器内部的绝缘	额定温度
熔断器	90° C
印制电路板	105° C
绝缘材料	90° C
主电路半导体器件	裸铜：70；有锡镀层：80；有银镀层：95
测量到的接线端子和接线盒内的接线点	

3) 表 9 规定所示适用于 EUT 表面或者附近的表面。

表 9 逆变器表面的温度限值

位置	表面成分		
	金属	陶瓷或玻璃类	塑料橡胶类
日常使用中操作时需要连续接触的（按钮，把手，开关器件，显示面板等）	55° C	65° C	75° C
日常使用中用户操作时只需简短接触的器件	60° C	70° C	85° C
可能被不经意接触的逆变器表面	70° C	80° C	95° C
<p>1、非金属材料不应用在超过额定温度的场合使用。</p> <p>2、仅在设备打开后才能接触到的操作手柄，由于不经常操作，允许其有较高温升。</p>			

5 电磁兼容测试

5.1 温升静电放电抗扰度

● 试验方法

1) 环境条件：

环境温度：15℃～35℃

相对湿度：30%～60%

大气压力：86kPa～106kPa

2) 试验时，被试设备和试验电缆应放置在 0.1m 绝缘支撑上，绝缘支撑放置于基准地板之上。一般基准地板采用铜板或其它金属板，铜板厚度要求 0.25mm，其它金属材质要求 0.65mm，面积要求足够大，鉴于光伏逆变器一般体积较大，接地板要求能够至少伸出逆变器边缘 0.5m。

3) 试验严酷等级：接触放电±6kV，空气放电±8kV。

4) 静电放电施加部位应选择使用和操作人员正常使用时所能接触到的点或面, 对于逆变器来说, 如: 显示屏、开关、按键、门锁以及柜体。

5) 静电放电施加的脉冲时间间隔为 1s。

6) 施加静电干扰时, 静电枪的电极要垂直于放电表面。

7) 试验过程中, 逆变器可轻载运行。

配置如图 8:

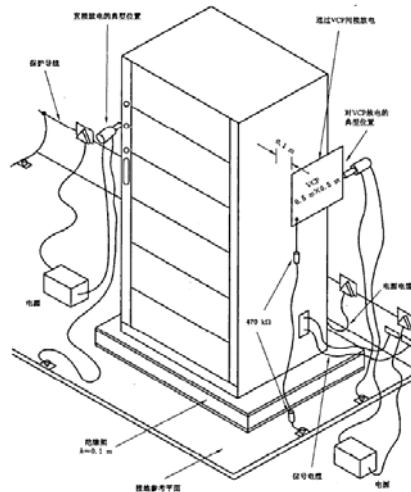


图 8 静电放电抗扰度试验配置图

● 技术指标

在施加静电干扰的过程中, 逆变器以不受任何影响为最佳结果。当功能或性能暂时丧失或降低, 骚扰停止后逆变器在经过人为干预的情况下能够自行恢复正常也是允许的。

5.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度

● 试验配置

1) 试验由试验发生器、受试设备和耦合去耦装置组成。

2) 试验时, 被试设备和试验电缆应放置在 0.1m 绝缘支撑上, 绝缘支撑放置于基准地板之上。一般基准地板采用铜板或其它金属板, 铜板厚度要求 0.25mm, 其它金属材质要求 0.65mm, 面积要求足够大, 鉴于光伏逆变器一般体积较大, 接地板要求能够至少伸出逆变器边缘 0.1m。

3) 受试设备与其它金属构件(如: 金属墙壁)之间距离至少为 0.5m。

配置如图 9

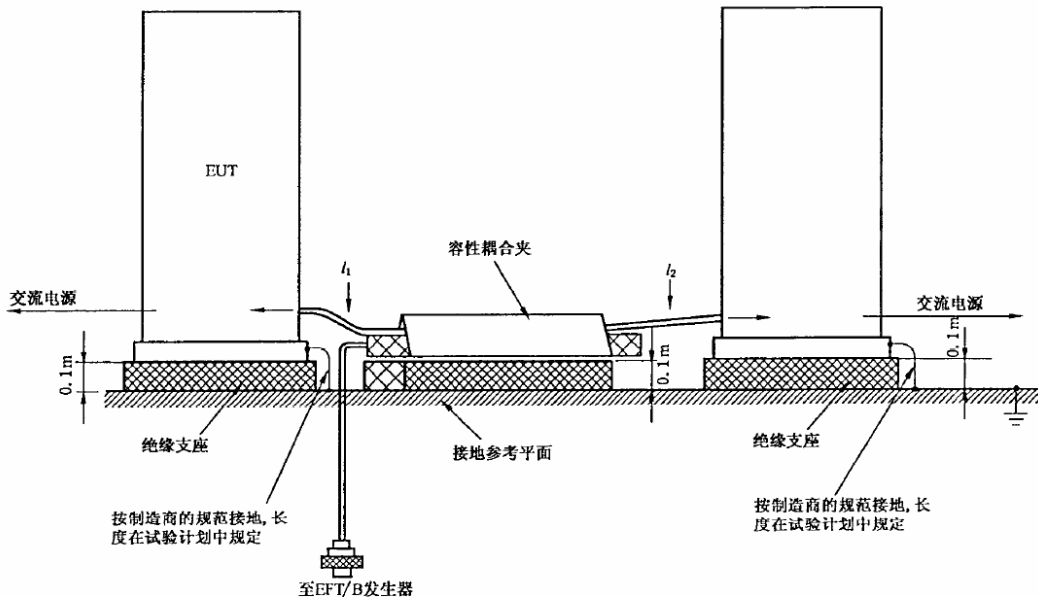


图 9 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验配置图

● 试验方法

- 1) 严酷等级：试验电压 1kV，频率 5kHz 和 100kHz（3 级）。
- 2) 极性：正、负。
- 3) 施加时间：每个极性 1min。
- 4) 与电源的关系：异步。
- 5) 干扰所加端口：逆变器直流、交流端口，如果逆变器有控制电源端口和通信端口，则也需要进行试验。
- 6) 试验可采用耦合去耦网络和耦合夹，对直流输入和交流输出端口，一般采用耦合去耦网络，对通信端口，一般用耦合夹。
- 7) 快速瞬变为一种共模性质的干扰，同一电气回路各条线需组合起来对地之间施加干扰。
- 8) 试验过程中，逆变器负载为 5%~10%运行。

● 技术指标

- 1) 逆变器应正常运行；
- 2) 交流侧应稳定输出功率；
- 3) 远程通信不能出现中断故障。

5.3 浪涌抗扰度

● 试验配置

1) 试验由试验发生器、逆变器和耦合去耦装置组成。

2) 试验时，被试设备和试验电缆应放置在 0.1m 绝缘支撑上，绝缘支撑放置于基准地板之上。一般基准地板采用铜板或其它金属板，铜板厚度要求 0.25mm，其它金属材质要求 0.65mm，面积要求足够大，鉴于光伏逆变器一般体积较大，接地板要求能够至少伸出逆变器边缘 0.1m。

3) 逆变器与耦合去耦网络间的连线不超过 2m。

配置如图 10

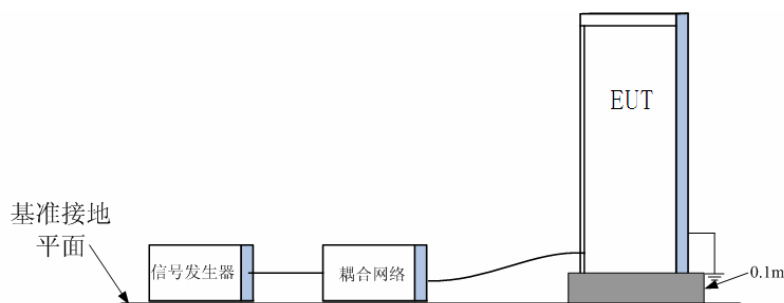


图 10 浪涌抗扰度试验配置图

● 试验方法

1) 严酷等级：开路电压线-地 2kV, 线-线 1kV。

2) 极性：正、负。

3) 干扰所加端口为逆变器直流、交流端口，如果逆变器有控制电源端口和通信端口（采用屏蔽线），则也需要进行试验，其中通信回路可在屏蔽层施加浪涌干扰。

4) 试验分为线-地和线-线两种试验方式。

5) 试验脉冲间隔为 60s。

6) 试验过程中，逆变器负载为 5%~10%运行。

● 技术指标

在施加浪涌干扰的过程中，逆变器以不受任何影响为最佳结果。但当辅助性功能或性能暂时受到影响且在试验结束后能够自行恢复时，该结果也可被接受。

5.4 射频传导抗扰度

● 试验配置

- 1) 逆变器应置于接地平面 0.1m 以上绝缘支撑上（小功率台式逆变器可放于 0.8m 高木桌上）。
- 2) 所有与逆变器连接的电缆置于接地平面 30mm 以上绝缘支撑上、
- 3) 由于逆变器输入、输出电流较大，宜选择钳注入的方法。

配置如图 11

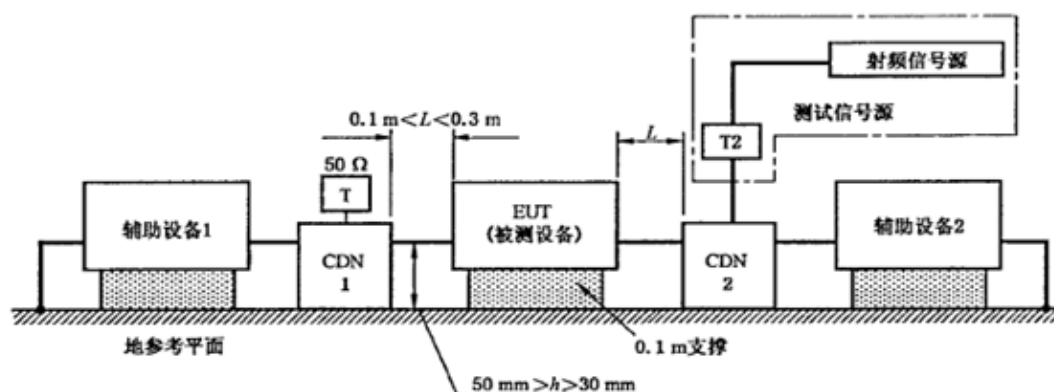


图 11 射频传导试验配置图

● 试验方法

1) 试验信号的频率为 150kHz~80MHz，信号强度为 10V，信号需经 1 kHz 正弦波、80%调制深度的调幅。每个频率点信号驻留施加最低设为 500ms，扫频步长低于 1%。

2) 试验可采用电磁钳注入的方法，干扰至逆变器方向为耦合，至直流源方向为感性去耦。

3) 干扰过程中，逆变器可选择在 5%负载下运行。

4) 施加干扰的过程中，主要看逆变器的运行情况。主要功能不能出现影响，如逆变器输出功率的大幅度变化、逆变器停机运行、通信的中断不可恢复连接等，一些辅助功能如显示屏显示、指示灯错误指示等暂时性出现问题是允许的。

5) 试验干扰信号要分别施加于直流输入回路、并网输出回路，如果存在控制电路和通信回路，则这些回路也需要分别施加干扰。干扰的施加方式也采用钳注入方法。

● 技术指标

在施加射频传导干扰的过程中，逆变器以不受任何影响为最佳结果。但当辅助性功能或性能暂时受到影响且在试验结束后能够自行恢复时，该结果也可被接受。

5.5 工频磁场抗扰度

- 试验配置

- 1) 逆变器应放置于接地平面 0.1 以上绝缘支撑上。
- 2) 与逆变器连接的电缆有 1m 暴露在磁场中。

配置如图 12

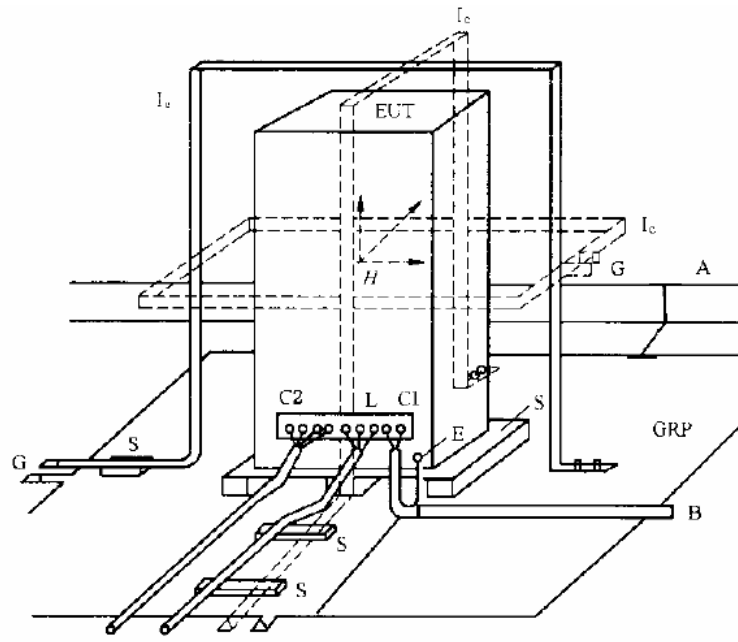


图 12 工频磁场抗扰度试验配置图

- 试验方法

- 1) 浸入法:受线圈尺寸的限制，一般只有小功率逆变器才能采用这种施加方法。
- 2) 邻近法:大功率逆变器一般体积较大，线圈尺寸无法满足侵入法要求。

- 技术指标

试验过程中及试验后逆变器功能和性能均应正常。

5.6 阻尼振荡波抗扰度

- 试验配置

1) 试验由试验发生器、辅助设备、逆变器和耦合去耦装置组成。

2) 试验时，被试设备和试验电缆应放置在 0.1m 绝缘支撑上，绝缘支撑放置于基准地板之上。一般基准地板采用铜板或其它金属板，铜板厚度要求 0.25mm，其它金属材质要求 0.65mm，面积要求足够大，鉴于光伏逆变器一般体积较大，接地地板要求能够至少伸出逆变器边缘 0.1m。

3) 逆变器、试验设备、辅助设备、耦合去耦网络要可靠接地。

配置如图 13

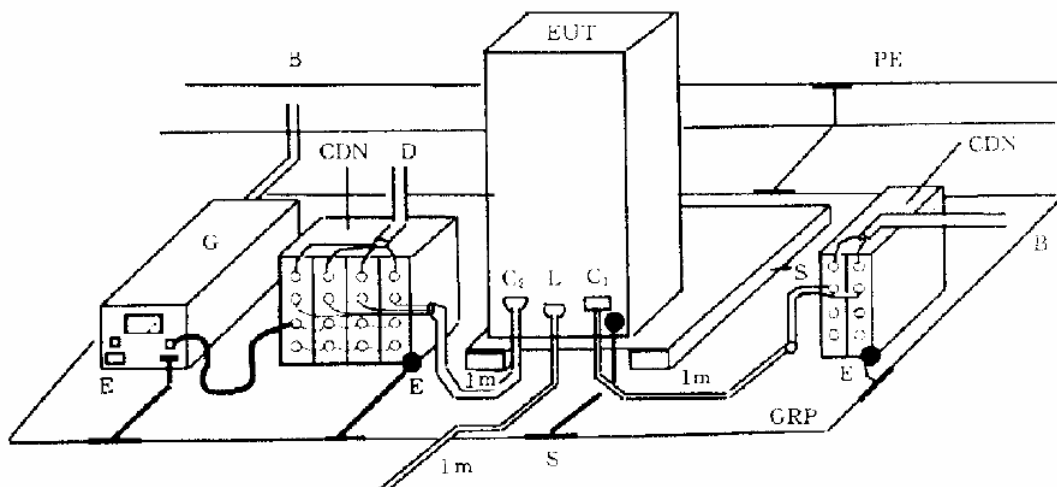


图 13 阻尼振荡波抗扰度试验配置图

● 试验方法

- 1) 严酷等级：共模电压 2.5kV, 差模 1kV。
- 2) 极性：正、负。
- 3) 频率：1MHz 和 100kHz。
- 4) 干扰施加次数：正、负各 5 次。
- 5) 干扰所加端口为逆变器直流、交流端口，如果逆变器有控制电源端口和通信端口（采用屏蔽线），则也需要进行试验，其中通信回路可在屏蔽层施加。
- 6) 试验过程中，逆变器可轻载运行。

● 技术指标

干扰过程中允许逆变器出现性能或功能暂时降低，干扰过后应能自行恢复正常。

5.7 电压波动抗扰度

- 试验方法

- 1) 严酷等级：2 级。
- 2) 起始电压： U_n 、 $U_n-10\%U_n$ 和 $U_n+10\%U_n$ 。
- 3) 波动电压： $\Delta U=+8\%U_n$ 、 $\Delta U=+8\%U_n$ 和 $\Delta U=-8\%U_n$ 。
- 4) 重复周期： $T=5s$ 。
- 5) 持续时间： $t=2s$ 。

- 技术指标

干扰过程中及干扰过后逆变器性能或功能均正常。

注：对于控制电路不能与主电路分开的逆变器，该项试验不适用。

5.8 辐射电磁场抗扰度

- 试验配置

- 1) 试验需要在经过场地校准的电波暗室内进行。
- 2) 被试设备距离发射天线 3m。
- 3) 被试设备需要放置在高度为 0.1m 绝缘支撑上（台式设备如小型逆变器应放置在 0.8m 高的平台上）。
- 4) 逆变器的引线需有 1m 暴露在电磁场中。
- 5) 为了确保最严酷的电磁环境，逆变器的外部布线需要水平、垂直布置。

配置如图 14

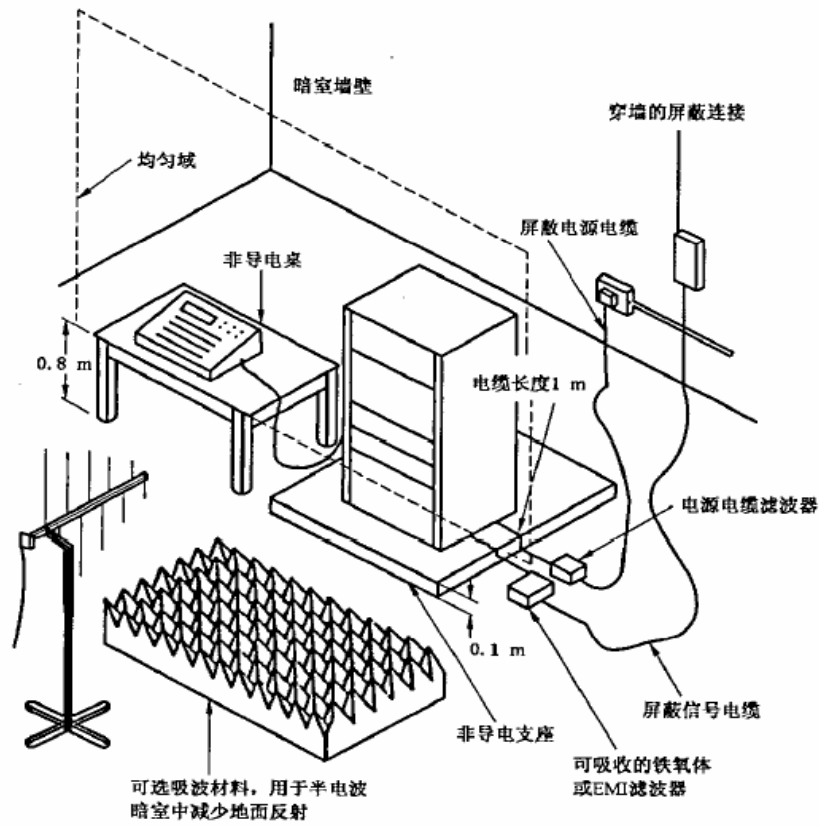


图 14 辐射电磁场抗扰度试验配置图

● 试验方法

- 1) 试验频率: 80MHz~1000MHz 和 1.4GHz~2.0 GHz
- 2) 严酷等级: 10V/m
- 3) 极化方向: 垂直、水平
- 4) 扫频部位: 逆变器前、后、左、右四面
- 5) 调制方式: 1kHz 正弦波、80%幅度调制
- 6) 驻留时间: 大于 500ms
- 7) 逆变器运行状态: 5%负载运行

● 技术指标

试验过程中及试验后逆变器功能和性能均应正常。

5.9 传导发射

● 试验配置

1) 对于小功率逆变器，如果 LISN（人工电源网络）容量允许的话，首选采用 LISN 进行测试；如果逆变器输出容量高于 LISN 容量，则可采用电压探针的方式。

2) 试验由测量接收机、受试设备和 LISN 或电压探针组成。

3) 试验时，被试设备和试验电缆应放置在 0.1m 绝缘支撑上，绝缘支撑放置于基准地板之上。一般基准地板采用铜板或其它金属板，铜板厚度要求 0.25mm，其它金属材质要求 0.65mm，面积要求足够大，鉴于光伏逆变器一般体积较大，接地地板要求能够至少伸出逆变器边缘 0.1m。

4) 由于功率大小对电磁发射限值具有一定影响，所以如果条件允许，逆变器最好运行在额定功率下。

5) 为滤除外界干扰信号（如：广播信号），试验需在屏蔽室内进行。

配置如图 15

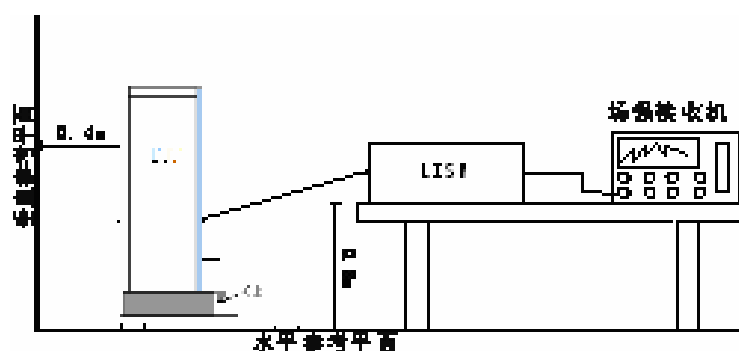


图 15 传导发射试验配置图

● 试验方法

1) 如果采用 LISN 进行测量，则逆变器的并网输出回路需要通过 LISN 接入电网，使得逆变器在工作时其发出的骚扰信号能够被 LISN 采集。

2) 如果采用电压探针进行测量，则探针应该分别牢靠接在并网端的 A、B、C 三相上，地线端牢靠接在接地端子上。用电压探针测量时，不光逆变器发出的骚扰被采集到，电网侧的骚扰信号也被采集。所以，用电压探针进行试验时，一定要选择干净的电网。

3) 根据逆变器的设备类型（工业环境用和民用、商业环境用），GB 17799.3 和 GB 17799.4 规定了不同的限值，相对来说，GB 17799.3 规定限值更为严酷。所以试验前，首先要确定逆变器需要做 A 类还是做 B 类，然后再对接收机设定相应的限值线。

4) 传导发射限值测试频率为 150kHz~30MHz。

5) 试验步骤分预测和终测两部分，最终结果要看终测。

- 技术指标

只有准峰值和平均值测试结果均满足标准要求时，测试结果才算合格。如果峰值扫频结果不超平均值限值，则不需要再进行平均值扫频。见表 10

表 10 传导发射骚扰电压限值

频率范围 MHz	限值 (dB/μV)	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	79	66
0.50~5.0	73	60
5.0~30.0	73	60

5.10 辐射发射

- 试验配置

- 1) 试验由测量接收机、接收天线、电波暗室组成。
- 2) 逆变器放置于电波暗室的转台中间，逆变器距接收天线的距离为 10m。
- 3) 逆变器需要放置在高度为 0.1m 绝缘支撑上。

配置如图 16

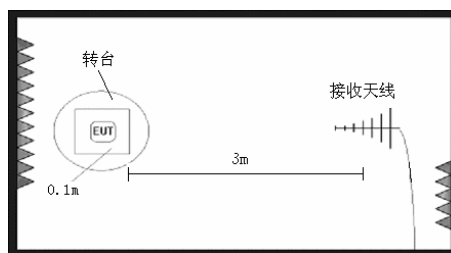


图 16 辐射发射试验配置图

- 试验方法

1) 试验分垂直极化和水平极化两个极化方向，首先固定接收天线高度和转台角度（如天线高 1m，转台 0°）。

2) 对逆变器进行频率为 30MHz~1000MHz 预扫，然后对比较靠近限值的几个频率点进行终测。终测时，要分别升降天线和转动转台。

- 技术指标

只要终测的准峰值结果不超过标准规定的限值线。见表 11

表 11 辐射发射骚扰电压限值

频率范围 MHz	限值 (dB/ μ V)
	准峰值
30~230	40
230~1000	47

6 机体和结构质量检查

逆变器的结构和机柜的制作质量、主电路连接、二次线及电器元件安装等应符合下列要求：

- (1) 机架组装有关零部件均符合各自的技术要求；
- (2) 油漆电镀应牢固、平整，无剥落、锈蚀及裂痕等现象；
- (3) 机架面板应平整，文字和符号要求清楚、整齐、规范、正确；
- (4) 标牌、标志、标记应完整清晰；
- (5) 各种开关应便于操作，灵活可靠；
- (6) 机柜内应该有适当的保护措施以防止操作人员直接接触电极部门，包括交直流接线端子及各种电器元件的电极。

7 震动测试

- 试验方法

采用卡车载运模拟实际运输方式，要求如下：

- (1) 载运里程：300km
- (2) 公路路面等级：中、低级，面层为沙石路面、泥结碎石或土路。

- 技术指标

- (1) 机柜四侧面板不应形变，柜门开闭自如；
- (2) 机柜内各种横梁应牢固，不变形或折弯；
- (3) 各种电器元器件和紧固连接部件不应松动，包括各连接线。

8 老化测试

- 试验方法

逆变器按下列要求运行：

- (1) 环境温度：45±5℃；
- (2) 负载量：80-100%P 或者 80-100%I 取两者最大值
- (3) 时间：4h

- 技术指标

逆变器应能正常运行，不应出现停机。若出现故障，分析判断为功率部件和关键安全件不良，须重新老化。

9 检验规则

9.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验，检验项见表 12。

表 12 出厂检验和型式检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验
1	机体和结构质量检验	√	√
2	防护等级	√	
3	转换效率试验	√	√
4	并网电流谐波试验	√	√
5	功率因数测定试验	√	
6	电网电压响应	√	
7	电网频率响应	√	
8	直流分量	√	
9	电压抗不平衡	√	
10	噪声试验	√	√

11	防孤岛保护	√	
12	低电压穿越	√	
13	输出端短路保护	√	
14	防反放电保护	√	
15	极性反接保护	√	
16	直流过载保护	√	
17	直流过压保护	√	√
18	通信功能	√	√
19	自动开关机	√	√
20	软启动	√	√
21	绝缘电阻试验	√	
22	绝缘强度试验	√	√
23	有功功率控制	√	
24	电压/无功调节	√	
25	方阵绝缘阻抗检测	√	√
26	方阵残余电流检测	√	√
27	连续工作	√	
28	老化测试	√	√
29	震动测试	√	
30	传导发射	√	
31	辐射发射	√	
32	静电放电抗扰度	√	

33	射频电磁场辐射抗扰度	√	
34	电快速瞬变脉冲群抗扰度	√	
35	电压波动抗扰度	√	
36	浪涌（冲击）抗扰度	√	
37	射频场感应的传导骚扰抗扰度	√	
38	工频电磁场抗扰度	√	
39	阻尼振荡抗扰度	√	
40	低温启动及运行	√	
41	高温启动及运行	√	
42	恒定湿热试验	√	
43	温升试验	√	

9.2 出厂检验

每台逆变器都应进行出厂检验。任何一项性能不符合要求，即为不合格，应维修后复检，复检仍不合格，则为检验不合格。

9.3 型式检验

当有下列情况之一，应进行型式检验：

- (1) 新产品验证；
- (2) 结构、材料、工艺有较大改变，足以影响产品性能时；
- (3) 批量生产时，每隔 4 年进行一次检验；
- (4) 产品停产 2 年后恢复生产时；
- (5) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

根据标准我司自主研发了一套光伏并网逆变器测试解决方案

符合标准：

中国	德国	法国	意大利	西班牙
GF004	VDE 4105	VDE 0126-1-1	ENEL Guide 2001	RD 1663
英国		美国	加拿大	澳洲
ER G83/1 ERG59/1	UEEE1547	CSA C22.2 NO.107.1	AS 4777	

光伏逆变器测试系统可以测试 1KW-1MW 光伏逆变器，自动测试自动生产测试报表。

电网模拟器具有三相电压独立、谐波编辑、相位独立可调可做低电压穿越实验，过欠压过欠频实验功率从 5KVA-2MVA 都可以做，可定制更大功率。

太阳能电池阵列模拟器具有动态和静态 MPPT, 可编辑 IV 曲线 1000 条，功率可以从 600W-1.5MW 更大功率的需要定做。

防孤岛测试负载具有精度高，内置有纯阻性负载、感性负载、容性负载；三相负载功率独立控制，三相输入电压不平衡时也能精确调试出交流谐振点；功率输入采用分段式组合控制，可以任意组合模拟各种功率负荷，满足并网逆变器满负载检测需要，精确模拟交流用

电设备谐振发生，有效检测并网逆变器防孤岛保护功能。

光伏逆变器测试产品现成功应用于华为、中兴、韩国现代重工、上海正泰、阳光逆变器、中科院、鉴衡实验室、国家电网等国内数百余家光伏逆变器生产厂商和检测机构，欢迎广大客户前来咨询洽谈，联系 15889357387 周璇到厂参观考察。产品符合 GF004, VDE4105, VDE1026-1-1, ENEL Guide2010, RD1663, ERG83/1ERG59/1, IEEE1547, CSA C22.2 NO. 107.1, AS 4777 等测试标准。如客户有要求可联系周璇，产品可以定制，欢迎广大客气前来考察参观。

深圳菊水皇家科技，咨询电话 15889357387 周璇

QQ: 1250765928 专业研发生产光伏逆变器测试系统和设备，电网模拟器，太阳能电池阵列模拟器，防孤岛测试

负载，可编程交流电源（线性和开关式），可编程直流
可调电源（线性和开关式），交流恒流源。



光伏逆变器测试标准

北京鉴衡：CNCA-CTS004：2010新标准；
IEC62116-2008

TUV：DIN VDE 0126-1-1；

美规：IEEE1547/IEEE1547.1标准；

澳规：AS4777标准；

英国：G83/1认证；

西班牙：RD 1663/2000认证；

意大利：DK5940认证；

美国：UL1741-2010认证

EN50530



深圳市菊水皇家科技有限公司

周璇 (158 8935 7387, 1250765928@qq.com)

光伏并网逆变器测试系统



公司：深圳市菊水皇家科技有限公司
地址：深圳市南山区西丽阳光工业区翻身小区10栋6楼
联系：158 8935 7387 周璇
邮箱：1250765928@qq.com
网址：www.parwa.com.cn

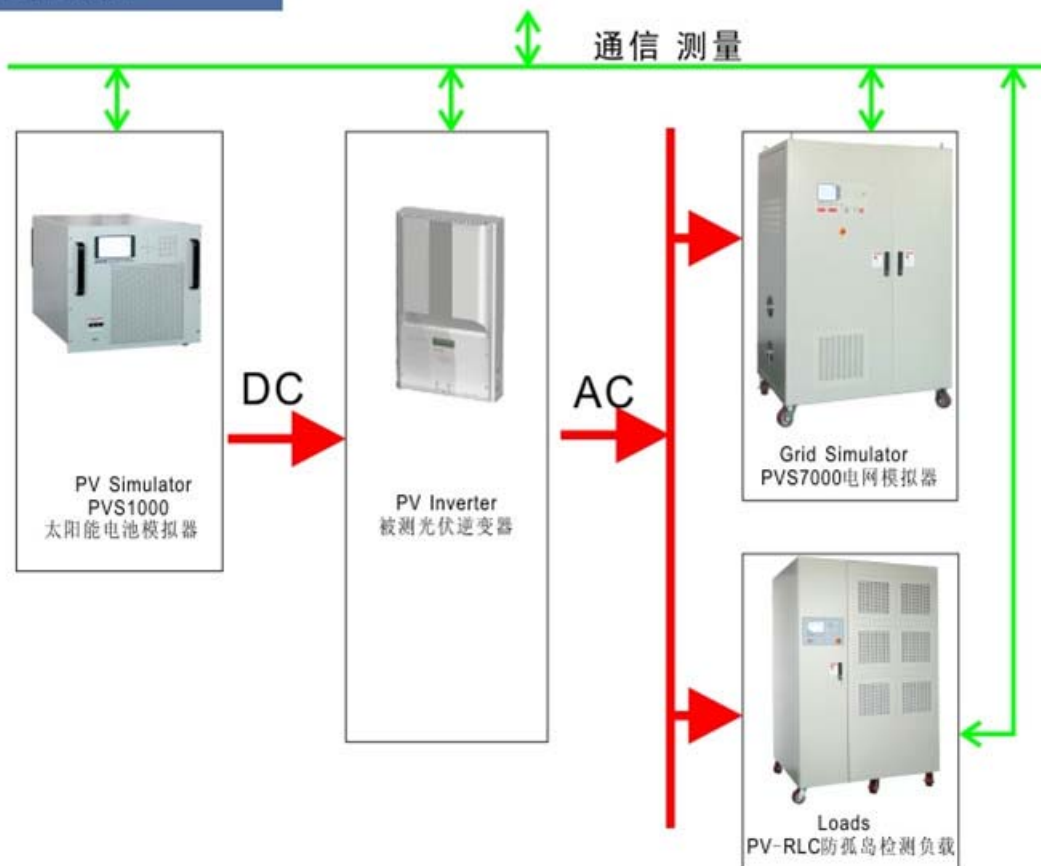
PATS2000光伏并网逆变器测试系统

- 可以测试1K-1MW逆变器
- 开放性架构软件平台
- 支持含有GPIB/RS-232或RS-485/接口仪器
- 测试项目编辑功能
- 测试程序编辑功能
- 测试报告编辑打印功能
- 统计分析报表编辑功能
- 在线仪器仪表控制功能
- 使用者权限设定
- 测试项目管理功能
- 测试人员管理功能
- 可以系统预设测试项目，提高测试生产率
- 根据用户需求可扩增硬件
- 图形化接口

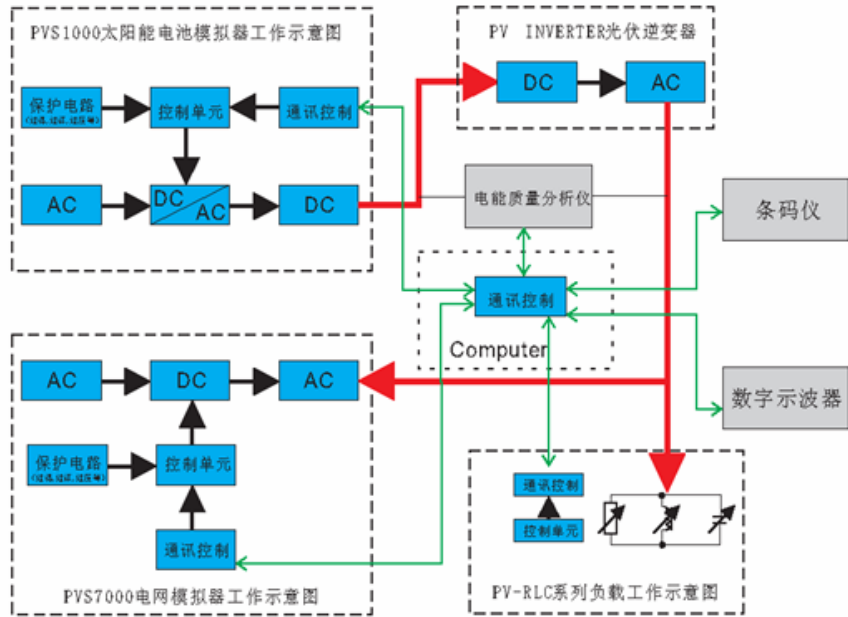
PATS2000
测试系统控制平台



1. 工业计算机
2. 中央控制盒
3. 数字示波器
4. 功率分析仪
5. 太阳能电池阵列模拟器
6. 防孤岛测试负载
7. 电网模拟器



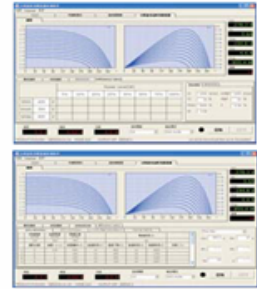
检测系统原理图



PVS1000太阳能电池阵列模拟器



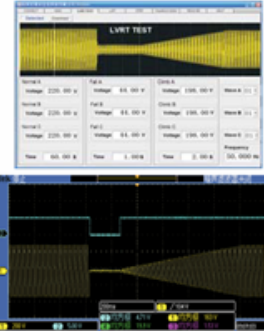
- 功率容量: 600W 1500kW
- 可多种模式模拟太阳能电池的输出特性 (FILL FACTOR, MPPT)
- 可存储不同光照和温度下的I V曲线1000条, 每一条有128个点
- 可模拟太阳能电池板阴影下的I V曲线
- 恒功率模式、恒内阻模式
- 稳压精度高、纹波电压低
- 可快速存储9组数据(电压, 电流, 功率, 内阻)
- 可模拟白天和夜晚的输出模式, 并可作循环测试
- 具有RS232C (RS485, GPIB选配) 通讯接口
- 高速ARM控制I V曲线仿真



PVS7000电网模拟器



- 功率容量: 10kVA 2000kVA
- 输出频率: 44.999 99.999Hz, 步距0.001Hz
- 低(零)电压穿越(LVRT)实验模式
- 三相电压独立可调
- 三相相位可设定
- 具有2 49次谐波编辑功能
- 输出电压, 电流限定功能
- 30组不同电压, 频率渐变、突变模式
- 可提供固定DC输出
- 具有100%反灌功能, 且能量直接反馈到电网上
- 可模拟电压周期中断, 瞬降, 瞬升等波形
- 标配RS232通讯接口 (RS485, GPIB选配)



PV-RLC 防孤岛测试负载

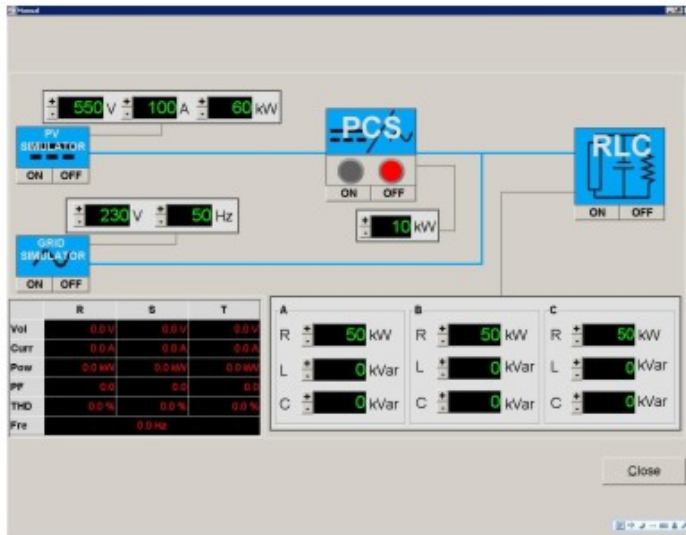
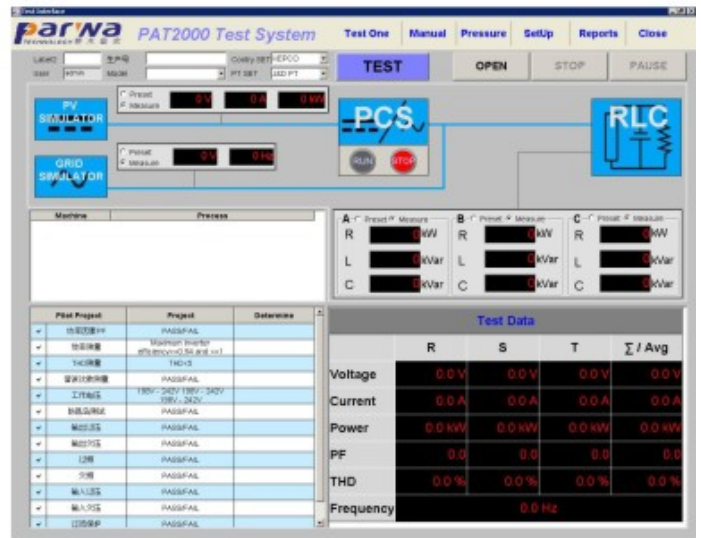
- 满足三相电压不平衡条件下精确调节交流谐振点
- 可根据逆变器性能参数和检测要求, 通过操作面板或者上位机快速组合、设定放电功率
- 模拟电网用电设备谐振的发生, 有效精确检测并网逆变器防孤岛效应保护功能
- 检测各种逆变器的工作效率
- 可以模拟各类复杂工作环境 (通过RLC调节), 检测逆变器各种状况下的工作性能
- 采用新型电阻元件, 功率密度高, 长期工作稳定性好
- 采用800×480像素LCD彩屏显示
- 标配RS232通讯接口 (RS485, GPIB选配)

*可联系本公司技术人员进行询问和支持



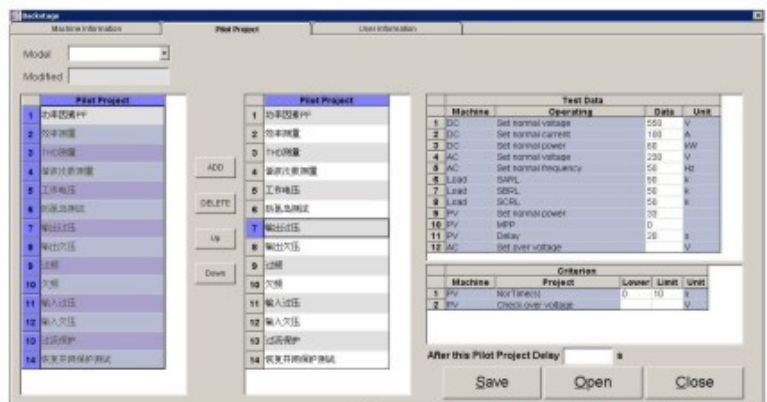
自动测试软件

自动测试界面



手动测试界面

测试项目编辑界面



规格与测试项目

型号	PATS 2005	PATS 2010	PATS 2030T	PATS 2050T	PATS 2100T	PATS 2250T	PATS 2500T	PATS 21000T
可测试逆变器容量	5K	10K	30K	50K	100K	250K	500K	1000K
本公司产品								
太阳能电池模拟器	PVS1008	PVS1015	PVS1060	PVS1090	PVS1150	PVS1400	PVS1750	PVS11500
电网模拟器	PVS 7010	PVS 7020	PVS 7060T	PVS 7100T	PVS 7200T	PVS 7500T	PVS 71000T	PVS 72000T
防孤岛测试负载	PV-RLC 225-10K		PV-RLC 385-30K	PV-RLC 385-60K	PV-RLC 385-120K	PV-RLC 385-200K	PV-RLC 385-600K	PV-RLC 385-1000K
测试系统	PATS2000测试系统软件，19寸标准系统机箱，工业电脑，触摸屏							
RS232/GPIB扩展卡	标配RS232							
其他配置								
数字示波器	可存储式数字示波器							
电能质量分析仪	3通道		6通道					
AC耐压/绝缘测试仪	带常规通讯接口							
电脑	工业级，触摸屏，							
条码扫描仪								
测试项目（自动测试和手动测试两种模式）								
序号	项目							备注
1	绝缘电阻							
2	绝缘强度							
3	功率因数PF测定试验							
4	转换效率测量							
5	THD测量							
6	谐波次数测量							
7	工作电压							
8	防孤岛效应保护测试							
9	电网过压响应试验							
10	电网欠压响应试验							
11	电网过频响应试验							
12	电网欠频响应试验							
13	过流保护							
14	恢复并网保护测试							
15	静态MPPT效率							
16	动态MPPT效率							
17	电压不平衡试验							
18	低（零）电压穿越试验							
19	直流过载保护试验							
20	直流过压保护试验							
21	通讯功能实验							
22	自动开关机试验							
23	软启动实验							
24	方阵绝缘阻抗检测试验							
25	方阵残余电流检测试验							
26	连续工作试验							
27	直流分量测试							
28	交流侧短路保护试验							
29	防反放电保护试验							
30	低温启动试验							需要高低温试验箱
31	高温启动与工作低温启动试验							需要高低温试验箱
32	恒定湿度低温启动试验							需要高低温试验箱
33	温升试验							需要温度采集仪