

DB65

新疆维吾尔自治区地方标准

DB 65/T 3568—2014

分布式光伏逆变器技术条件

Technical requirements of Distributed Micro-grid system inverter

2014 - 01 - 05 发布

2014 - 02 - 10 实施

新疆维吾尔自治区质量技术监督局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品类型	3
4.1 分类	3
4.2 型号编写规则	3
5 使用条件	4
5.1 环境要求	4
5.2 特殊使用条件	4
6 技术要求	4
6.1 外观要求	4
6.2 基本要求	4
6.3 性能指标	6
6.4 电气保护功能要求	6
6.5 电磁兼容性	7
7 试验方法	8
7.1 试验条件	8
7.2 外观及结构检查	8
7.3 基本要求试验	8
7.4 性能指标	10
7.5 电气保护功能	11
7.6 电磁兼容性	13
8 检验规则	14
8.1 检验分类	14
8.2 出厂检验	14
8.3 型式检验	14
8.4 判定规则	14
9 标志、包装、运输、贮存	15
9.1 标志	16
9.2 包装	16
9.3 运输	17
9.4 贮存	17

附录 A (规范性附录) 光伏逆变器在海拔高度超过 1000m 时降容系数	18
附录 B (规范性附录) 逆变器测试平台	19
附录 C (规范性附录) 短路保护功能验证试验	20
图 1 防孤岛效应保护试验平台	12
图 B.1 性能指标试验平台 (1)	19
图 B.2 性能指标试验平台 (2)	19
图 C.1 逆变器短路功能验证试验电路图——直接电网短路故障法	20
图 C.2 逆变器短路功能验证试验电路图——模拟电网短路故障	21
表 1 异常电压的响应	7
表 2 电网频率的响应	7
表 3 背景噪声测量结果修正表	10
表 4 绝缘强度试验电压	10
表 5 防孤岛效应保护的试验条件	13
表 6 试验条件 A 情况下负载不匹配状况	13
表 7 试验条件 B 和试验条件 C 情况下的负载不匹配状况	13
表 8 逆变器出厂检验和型式检验项目表	15
表 A.1 光伏逆变器在海拔高度超过 1000m 时降容系数	18

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分 标准的结构和编写》给出的规则编制。

本标准由新疆希望电子有限公司提出。

本标准由新疆维吾尔自治区机械电子工业行业管理办公室归口。

本标准起草单位：新疆希望电子有限公司、新疆光伏产业联盟、新疆电力科学院、西安理工大学、特变电工新疆新能源股份有限公司、新疆产品质量监督检验研究院、新疆新能源研究所。

本标准主要起草人：戴伟、孙向东、张盛忠、郭亮、赵生成、张艳红、李保鹏。

分布式光伏逆变器技术条件

1 范围

本标准规定了分布式光伏逆变器（以下简称逆变器）的术语和定义、产品类型、使用条件、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、储存和运输。

本标准适用于用户侧并网使用的分布式光伏逆变设备。

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 2900.1	电工术语 基本术语
GB 4208	外壳防护等级（IP 代码）
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 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 17626.12	电磁兼容试验和测量技术振荡波抗扰度试验
GB/T 17626.14	电磁兼容试验和测量技术电压波动抗扰度试验
GB/T 19939	光伏系统并网技术要求
GB/T 20514	光伏系统功率调节器效率测量程序
GB/T 25919.1	Modbus 测试规范 第 1 部分:Modbus 串行链路一致性测试规范
GB/T 25919.2	Modbus 测试规范 第 2 部分:Modbus 串行链路互操作测试规范

3 术语和定义

GB/T 2900.1中确立的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分布式光伏逆变器 Distributed Micro-grid system inverter

可并网运行、也可离网运行的光伏发电使用的逆变器。

3.2

光伏方阵模拟器 photovoltaic array simulator

一种模拟光伏方阵静态和动态电流电压特性的功率源。

3.3

孤岛效应 islanding

电网失压时，光伏系统保持对失压电网中的某一部分线路继续供电的状态。

3.4

防孤岛效应 anti-islanding

禁止非计划性孤岛效应的发生。

注：非计划性孤岛效应发生时，由于系统供电状态未知，将造成以下不利影响：①可能危及电网线路维护人员和用户的生命安全；②干扰电网的正常合闸；③电网不能控制孤岛中的电压和频率，从而损坏配电设备和用户设备。

3.5

电网模拟电源 AC simulated

用来模拟公共电网的测试电源装置，其输出电压和频率可调。

3.6

品质因数 quality factor

防孤岛效应保护试验中试验负载谐振能力的评估指标。在并联RLC谐振电路中，负载品质因数 Q_f 可用式(1)表示：

$$Q_f = R\sqrt{L/C} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q_f ——负载品质因数；

R ——负载电阻；

L ——负载电容；

C ——负载电感。

在已知并联RLC谐振电路消耗的有功、感性无功和容性无功的情况下， Q_f 也可以表示为式(2)：

$$Q_f = \sqrt{P_{qL} \times P_{qC}} / P \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P_{qL} ——电感L消耗的无功；

P_{qC} ——电容C消耗的无功；

P ——电阻R消耗的有功。

3.7

谐振频率 resonant frequency

RLC电路谐振时的频率，定义如式（3）：

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

f ——谐振频率。

L ——负载电容。

C ——负载电感。

注：RLC电路谐振时，电路消耗的感性无功与容性无功相等时，RLC谐振电路相当于纯阻性。

3.8

瞬时过电压 transient overvoltage

振荡的或非振荡的、通常为高阻尼的持续时间只有几毫秒或更短的时间过电压。

4 产品类型

4.1 分类

4.1.1 按逆变器交流侧输出相位数、功率可分为：

——单相逆变器；

——三相逆变器。

4.1.2 按逆变器防护等级可分：

——户内型，安装在室内；

——户外型，安装在室外。

4.1.3 按逆变器电器隔离情况可分：

——带隔离变压器型；

——不带隔离变压器型。

4.1.4 其他分类情况：

以上未列出、制造商声明的其他类型。

4.2 型号编写规则

型号表示方法如下：

□ - MGSI-□ - □

□ 补充部分
 □ 表示逆变器功率（单位：KW）
 MGSI 表示分布式光伏逆变器，Micro-grid system inverter缩写
 □ 表示逆变器生产厂商标识

示例：“XW-MGSI-100-270/380”表示新疆希望电子有限公司生产的额定功率为100kW，变压器变比为270V：380V，连接380V电网的分布式光伏逆变器。

5 使用条件

5.1 环境要求

逆变器在下列环境条件下，应能以正常方式运行：

- a) 使用环境温度为-20℃～+55℃；相对湿度≤90%（25℃±2℃）；无凝露。
 - b) 海拔高度≤1000m；
- 注：海拔高度>1000m时，应按附录A规定降容使用。
- c) 无剧烈震动冲击，垂直倾斜度≤5°；
 - d) 工作环境应无导电爆炸尘埃，应无腐蚀金属和破坏绝缘的气体 and 蒸汽。

5.2 特殊使用条件

如果逆变器在异于5.1规定的条件下使用，用户应在订货时提出，并与制造厂取得协议。

6 技术要求

6.1 外观要求

逆变器的结构和机柜本身的制造质量、主电路连接、二次线及电气元件安装等应符合下列要求：

- a) 机架组装有关零部件均应符合相关标准的技术要求；
- b) 油漆电镀应牢固、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) 标牌、标志、标记应完整清晰；
- e) 各种开关应便于操作，灵活可靠。

6.2 基本要求

6.2.1 逆变器效率

逆变器应该高效率地将太阳能电池的直流电能逆变并馈入电网。逆变器最大效率不小于90%，欧洲效率不小于88%。

欧洲效率计算公式如式（4）：

$$\eta_{\text{Euro}} = 0.03\eta_{5\%} + 0.06\eta_{10\%} + 0.13\eta_{20\%} + 0.10\eta_{30\%} + 0.48\eta_{50\%} + 0.20\eta_{100\%} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

η_{Euro} ——根据不同功率点的权值来计算逆变器的总体效率；

η ——太阳能电池的最大输出功率与逆变器额定输出功率不同百分比的转换效率；

百分比——输出功率与额定功率的比值。

注：在实际应用中，选择六个不同的百分比的效率点，采用上述公式进行计算。

6.2.2 自动开关机

逆变器应根据电压输入情况，或故障及故障恢复后等情形，实现对应的自动开、关机操作。

6.2.3 软启动

逆变器启动运行时，输出功率应缓慢增加，不对电网造成冲击；要求逆变器输出功率从启动至额定值的变化速率可根据电网的具体情况进行设定，且最大不超过50kW/s，或者逆变器输出电流从启动至额定值的过程中电流最大值要求不超过逆变器的额定值的110%。

6.2.4 恢复并网

逆变器无论在何种方式运行时，由于电网故障原因导致逆变器向电网停止送电，在电网的电压和频率恢复到正常范围后，逆变器应在20s~5min内能自动重新向电网送电，送电时应满足6.2.3要求。

6.2.5 通讯

逆变器应设置本地通讯接口。通讯接口应具有固定措施，以确保其连接的有效性。通讯端口电磁兼容应符合6.5要求，并易于组成网络。通讯可以选用RS485等常规电气接口及Modbus等常规通讯协议。

6.2.6 过热保护

逆变器内部应具有防止过热所采取的保护措施，确保逆变器持续正常工作不因温度过高而对逆变器造成损害。

6.2.7 防雷

逆变器应设有防雷保护装置。

6.2.8 噪声

逆变器在最严酷的工况下，在距离逆变器水平位置1m处用声级计测量噪声。对于声压等级超过80dB的逆变器，应该在逆变器明显位置处粘贴“听力损害”的警示标识，且说明书中给出减少听力损害的指导。

6.2.9 绝缘耐压性

6.2.9.1 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1M Ω 。绝缘电阻只作为绝缘强度试验参考。

6.2.9.2 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1min，不击穿，不飞弧，漏电流<20mA。

6.2.10 外壳防护等级

逆变器应具有防止人体接近壳体内危险部件、固体异物和水进入的外壳防护措施，避免对其造成不利影响。逆变器可以根据不同使用场合采取不同的外壳防护措施。逆变器外壳防护等级应符合GB 4208规定，一般户内型不低于IP20级，户外型应达到IP65级要求。

6.3 性能指标

6.3.1 并网电流谐波

逆变器在运行时不应造成电网电压波形过度畸变和注入电网过度的谐波电流，以确保对连接到电网的其他设备不造成不利影响。

逆变器在额定输出时，注入电网的电流谐波总畸变率限值为5%（当电网电压THD<3%时）。

6.3.2 功率因数

当光伏系统中逆变器的输出大于其额定输出的20%时，平均功率因数应不小于0.90（超前或滞后），在50%额定输出时应不小于0.95，在100%额定输出时应不小于0.98。

一段时期内的平均功率因数（PE）按公式（5）计算：

$$PE = \frac{E_{REAL}}{\sqrt{E_{REAL}^2 + E_{REACTIVE}^2}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

PE ——平均功率因数；

E_{REAL} ——单位为kWh的有功电度；

$E_{REACTIVE}$ ——单位为kVARh的无功电度。

6.3.3 直流分量

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，取两者中较大值。

6.4 电气保护功能要求

6.4.1 过/欠压保护

6.4.1.1 直流输入侧过压保护

当直流侧输入侧电压高于逆变器允许的直流方阵接入电压最大值时，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。直流侧电压恢复到逆变器允许工作范围后，逆变器应能正常启动。

6.4.1.2 交流输出侧过/欠压保护

逆变器交流输出端电压超过电网允许电压范围时，允许逆变器切断向电网供电，切断时应发出警示信号。除大功率逆变器外对异常电压的响应时间应满足表1的要求。在电网电压恢复到允许的电压范围时逆变器应能正常启动运行。对于具有低电压穿越功能的逆变器，以低电压穿越功能优先。此要求适用于多相系统中的任何一相。

表1 异常电压的响应

电压（电网接口处）	最大脱网时间
$V < 0.5 \times V_{\text{标称}}$	0.1s
$50\% V_{\text{标称}} \leq V < 85\% V_{\text{标称}}$	2.0s
$110\% V_{\text{标称}} < V < 135\% V_{\text{标称}}$	2.0s
$135\% V_{\text{标称}} \leq V$	0.05s
注：最大脱网时间是指异常状态发生到逆变器停止向电网供电的时间。主控与监测电路应切实保持与电网的连接，从而继续监视电网的状态，使得“恢复并网”功能有效。	

6.4.2 过/欠频保护

电网频率变化时，逆变器的工作状态应满足表2的要求。当因为频率响应的问题逆变器切出电网后，在电网频率恢复到允许运行的电网频率时逆变器应能重新启动运行。

表2 电网频率的响应

频率	逆变器响应
$\leq 48\text{Hz}$	0.2s内停止运行
$48\text{Hz} < f \leq 49.5\text{Hz}$	10min后停止运行
$50.2\text{Hz} < f \leq 50.5\text{Hz}$	运行2min后停止运行，此时处于停运状态的逆变器不得并网
$> 50.5\text{Hz}$	0.2s内停止向电网供电，此时处于停运状态的逆变器不得并网

6.4.3 过载保护

当逆变器电流达到或超过额定电流值的110%时，逆变器应能自动限流工作在额定电流 110%。

6.4.4 短路保护

逆变器输出侧发生短路时，逆变器应能自动保护。逆变器最大跳闸时间应小于0.1s。

6.4.5 极性反接保护

当光伏阵列的极性接反时，逆变器应能保护而不会损坏。

6.4.6 防孤岛效应保护

逆变器并入10kV及以下电压等级配电网应具有防孤岛效应保护功能。若逆变器并入的电网供电中断，逆变器应在1s内停止向电网供电，同时发出警示信号。

6.5 电磁兼容性

6.5.1 静电放电抗扰度

应符合GB/T 17626.2的规定。

6.5.2 射频电磁场辐射抗扰度

应符合GB/T 17626.3的规定。

6.5.3 电快速脉冲群抗扰度

应符合GB/T 17626.4的规定。

6.5.4 浪涌（冲击）抗扰度

应符合GB/T 17626.5的规定。

6.5.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

应符合GB/T 17626.6规定。

6.5.6 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度

应符合GB/T 17626.11的规定。

6.5.7 工频磁场抗扰度

应符合GB/T 17626.8的规定。

6.5.8 阻尼振荡波抗扰度

应符合GB/T 17626.12的规定。

6.5.9 电压波动抗扰度

应符合GB/T 17626.14的规定。

6.5.10 闪烁

对于额定电流小于或等于16A（交流）的逆变器，其应符合GB 17625.2规定的电压闪烁范围；对于额定大于16A（交流）的逆变器，应符合GB 17625.3规定的电压闪烁范围。是否符合标准应根据适当的标准通过试验来确定。

7 试验方法

7.1 试验条件

除非本标准另有规定说明，试验场所必须满足以下环境条件：

- a) 温度 5℃~40℃；
- b) 相对湿度 5%~75%；
- c) 大气压强 75kPa~106kPa；
- d) 无结霜、凝露、渗水、淋雨、日照等现象。

7.2 外观及结构检查

目检和操作试验。

7.3 基本要求试验

7.3.1 一般要求

试验平台按附录B规定连接。

7.3.2 逆变效率试验

按7.3.1一般要求接线,让逆变器处于额定工作状态,调节直流输入源,使逆变器分别工作在额定功率的5%、10%、20%、30%、50%、75%、100%,偏差 $\pm 2\%$ 以内,测量太阳能电池方阵输出的直流功率和系统输出的交流功率,计算转换效率。

7.3.3 自动开关机

按7.3.1一般要求接线,调节直流输入源,使直流侧输入条件从低于逆变器允许工作范围下限值处开始增加,当直流侧输入条件高于允许范围下限值时,逆变器应能自动开机;待逆变器工作稳定后,调节直流侧输入条件下降到低于允许范围下限值时,逆变器应能自动关机。

7.3.4 软启动

逆变器启动运行时,用功率分析仪或电能质量分析仪或示波器等记录逆变器功率变化曲线,按6.2.3要求不能出现冲击现象。

7.3.5 恢复并网

设备启动或故障排除后能自动恢复并向电网送电,恢复时间满足6.2.4要求。

7.3.6 通讯

7.3.6.1 通讯一致性

对逆变器进行通信协议一致性测试,检查其是否与协议规定相一致。依据GB/T 25919.1相应条款进行测试。

7.3.6.2 通讯互操作性

对逆变器进行通信协议互操作测试,检查该逆变器是否能与系统内其它逆变器或可通信设备进行信息的交换。依据GB/T 25919.2相应条款进行测试。

7.3.6.3 通讯功能验证

通过RS485/RS232转换器与PC机(上位机)连接,设定逆变器在通信状态下;可采用专用监控管理软件验证逆变器遥测、遥调、遥信、遥控功能。应保证数据传输正确,能进行参数设定,无任何出错信息或明显传输延迟。

7.3.7 过热保护

对设备冷却系统按以下要求设置故障,可根据逆变器设置其中一个:

- a) 完全堵住或部分堵住进风口;
- b) 堵转或断开冷却风扇,一次一个。

逆变器能持续运行7h不对自身造成损害,或者具有温度自动检测和保护功能,温度超过允许值时自动停止工作。

7.3.8 防雷

确认逆变器设有防雷保护装置。

7.3.9 噪声

当逆变器输入电压为额定值时,在噪声最强的方向,距离设备1m处用声级计测量逆变器发出的噪声。声级计测量采用A计权方式。

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测试条件要求。当测得噪声值与背景噪声相差大于10dB时,测量值不做修正;当实测噪声与背景噪声的差值在3dB~10dB之间时,按照表3进行噪声值的修正,其值应符合6.2.8中要求。

表3 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

7.3.10 绝缘耐压试验

绝缘耐压试验包括绝缘电阻测定试验和绝缘强度测定试验。试验之前,应将所有不能承受高压的元器件从电路中予以排除。

7.3.10.1 绝缘电阻测定

用兆欧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、输出电路对地以及输入电路与输出电路间的绝缘电阻值。其值应符合6.2.9.1规定。测量绝缘电阻合格后,才能进行绝缘强度试验。

7.3.10.2 绝缘强度测定

用耐压测试仪分别对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进行试验,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。试验电压的方均根值见表4。

表4 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

7.3.11 外壳防护等级

按照GB 4208的规定进行验证,检查是否符合6.2.10的规定。

7.4 性能指标

7.4.1 并网电流谐波

当逆变器工作在额定功率的75%时读出总谐波含量值，或用谐波测量仪测量解并列点处的电压和电流。

7.4.2 功率因数

当逆变器工作在额定功率的20%、30%、50%、75%、100%时分别读出功率因数(PF)值，或用功率因数表在光伏系统输出20%、30%、50%、75%、100%时，测量解并列点处的功率因数。

7.4.3 直流分量

将逆变器启动并置于正常工作状态，测量逆变器输出端直流分量，连续采样时间不少于1min，取最大值。

验证逆变器在不同工作状态下：30% P_N 、50% P_N 、75% P_N 、100% P_N 时直流分量。要求均满足6.3.3的规定。

7.5 电气保护功能

7.5.1 过/欠压保护

7.5.1.1 直流输入侧过压保护

由低到高调节直流输入源的电压值，直至超出逆变器允许直流输入电压范围，逆变器的工作状态应符合6.4.1.1规定。

7.5.1.2 交流输出侧过/欠压保护

将逆变器启动并置于额定工作状态，按6.4.1.2要求调节电网模拟电源电压，在不同的范围内选取三个不同的电压值，逆变器最大脱网时间均符合规定要求。分别测量三次，要求均满足6.4.1.2的规定。

7.5.2 过/欠频保护

将逆变器启动并置于额定工作状态，调整电网模拟电源输出频率，分别选取49.5 Hz~50.5Hz、 $f < 49.5\text{Hz}$ 、 $f > 50.5\text{Hz}$ 范围内三个不同的频率值，测量逆变器最大脱网时间。分别测量三次，要求均满足6.4.2的规定。

7.5.3 过载限流保护

使逆变器电流达到额定电流值的110%时，观察并记录输出电流。继续提高逆变器的输入直流电压，观测逆变器并网电流是否保持在额定并网电流值的110%。

7.5.4 短路保护试验

短路测试前，预先将需要短路的线路连接使用继电器或类似装置断开，逆变器正常启动后再进行合闸短路操作。短路试验连接电路参见附录C。

- 单相逆变器分别将 L-N 接通，逆变器应在规定时间内断开并网回路，并报警；
- 三相逆变器分别将 A-B、B-C、A-C、A-N、B-N、C-N 接通，再接通电源，逆变器应在规定时间内断开并网回路、并报警。

要求均满足6.4.4的规定。

注：对于带隔离变压器的逆变器，短路处为隔离变压器的原边和副边。

7.5.5 极性反接保护

将光伏阵列反接，1min后再将光伏阵列正确接入，分别观察并记录逆变器工作状态。要求均满足6.4.5的规定。

7.5.6 防孤岛效应保护

图1给出了防孤岛效应保护试验平台，K1为被测逆变器的网侧分开关，K2为被测逆变器的负载分开关。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（50Hz），其消耗的有功功率与被测逆变器输出的有功功率相当。试验应在表5规定的条件下进行。

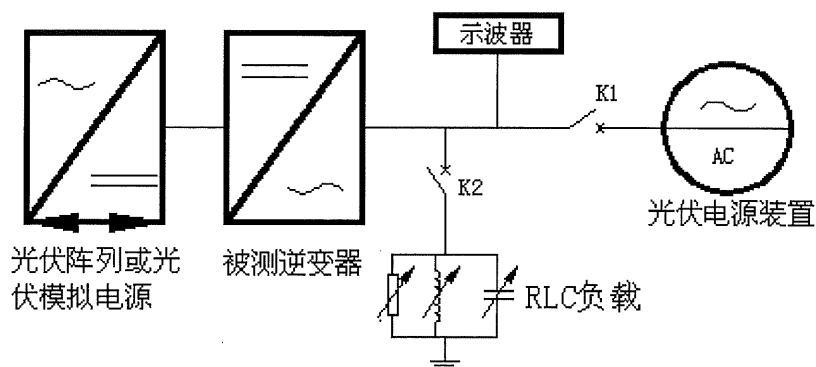


图1 防孤岛效应保护试验平台

实验步骤如下：

- 闭合 K1，断开 K2，启动逆变器。通过调节直流输入源，使逆变器的输出功率 P_{EUT} 等于额定交流输出功率，并测量逆变器输出的无功功率 P_{EUT} ；
- 使逆变器停机，断开 K1；
- 通过以下步骤调节 RLC 电路使得 $Q_f = 1.0 \pm 0.05$ ；
 - RLC 电路消耗的感性无功满足关系式： $Q_L = Q_f \cdot P_{EUT} = 1.0 \cdot P_{EUT}$ ；
 - 接入电感 L，使其消耗的 Q_L ；
 - 接入电容 C，使其消耗的容性无功满足关系式： $Q_C + Q_L = -Q_{EUT}$ ；
 - 最后并入电阻 R，使其消耗的有功等于 P_{EUT} ；
- 闭合 K2 接入 RLC 电路，闭合 K1，启动逆变器，确认其输出功率符合步骤 a) 的规定。调节 R、L、C，直到流过 K1 的基频电流小于稳态时逆变器额定输出电流的 1%；
- 断开 K1，记录 K1 断开至逆变器输出电流下降并维持在额定输出电流的 1% 以下之间的时间；
- 调节有功负载（电阻 R）和任一无功负载（L 或 C）以获得表 6 中阴影部分参数表示的负载不匹配状况；表 6 中的参数表示的是偏差的百分比，符号表示的是图 1 中流经开关 K1 的有功功率流和无功功率流的方向，正号表示功率流从逆变器到电网；每次调节后，都应记录 K1 断开至逆变器输出电流下降并维持在额定输出电流的 1% 以下之间的时间；若记录的时间有任何一项超过步骤 e) 中记录的时间，则表 6 中非阴影部分参数也应进行试验；
- 对于试验条件 B 和 C，调节任一无功负载（L 或 C），使之按表 6 的规定每次变化 1%。表 7 中的的调节后，记录 K1 断开至逆变器输出电流下降并维持在额定输出电流的 1% 以下之间的时间；若记录的时间呈持续上升趋势，则应继续以 1% 的增量扩大调节范围，直至记录的时间呈下降趋势；
- 以上步骤中记录的时间都应符合 6.4.6 的规定。

表5 防孤岛效应保护的试验条件

条件	被测逆变器的输出功率 P_{OUT}	被测逆变器的输入电压	被测逆变器跳闸设定值
A	100%额定交流输出功率	>直流出入电压范围的90%	1s
B	(50~66)%额定交流输出功率	直流输入电压范围的50%±10%	1s
C	(25~33)%额定交流输出功率	<直流输入电压范围的10%	1s

表6 试验条件 A 情况下负载不匹配状况

试验中负载消耗的有功功率、无功功率与额定值的偏差百分比 (%)				
-10, +10	-5, +10	0, +10	+5	+10, +10
-10, +5	-5, +5	0, +5	+5, +5	+10, +5
-10, 0	-5, 0		+5,	+10, 0
-10, -5	-5, -5	0, -5	+5, -5	+10, -5
-10, -10	-5, -10	0, -10	+5, -10	+10, -10

表7 试验条件 B 和试验条件 C 情况下的负载不匹配状况

试验中负载消耗的有功功率、无功功率与额定值的偏差百分比 (%)
0, -5
0, -4
0, -3
0, -2
0, -1
0, 1
0, 2
0, 3
0, 4
0, 5

7.6 电磁兼容性

7.6.1 静电放电抗扰度

逆变器可在轻载状态下运行，按照GB/T 17626.2的规定进行试验。

7.6.2 射频电磁场辐射抗扰度

逆变器可在轻载状态下运行，按照GB/T 17626.3的规定进行试验。

7.6.3 电快速脉冲群抗扰度

逆变器可在轻载状态下运行，按照 GB/T 17626.4 的规定进行试验。

7.6.4 浪涌（冲击）抗扰度

逆变器可在轻载状态下运行，按照GB/T 17626.5的规定进行试验。

7.6.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

逆变器可在轻载状态下运行，按照GB/T 17626.5的规定进行试验。

7.6.6 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度

逆变器可在轻载状态下运行，按照GB/T 17626.5的规定进行试验。

7.6.7 工频磁场抗扰度

逆变器可在轻载状态下运行，按照GB/T 17626.5的规定进行试验。

7.6.8 阻尼振荡波抗扰度

逆变器可在轻载状态下运行，按照GB/T 17626.3的规定进行试验。

7.6.9 电压波动抗扰度

逆变器可在轻载状态下运行，按照GB/T 17626.14的规定进行试验。

7.6.10 闪烁

逆变器在额定状态下进行试验。

8 检验规则

8.1 检验分类

逆变器检验包括出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

产品经制造厂质量检验部门逐台检验合格，并附有证明产品质量合格的文件后方可出厂。出厂检验的项目见表8。

8.3 型式检验

8.3.1 遇有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有改变，影响产品性能时；
- c) 批量生产的产品每隔五年进行一次；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

8.3.2 抽样方案

采用一次抽样，样本大小为1%，从出厂检验合格品中随机抽取，但最少不少于1台。型式检验项目见表8。

8.4 判定规则

有下列情况之一时，判该样品不合格。

- a) 出厂检验有两项不合格则该产品不合格。
- b) 发现有任意两项不合格，则应从同一批产品中抽取双倍数量的样品再进行检验，如仍有不合格，则判定该批产品型式检验不合格。

表8 逆变器出厂检验和型式检验项目表

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术指标	试验方法
1	外观要求	√	√	6.1	7.2
2	逆变器效率	—	√	6.2.1	7.3.2
4	自动开关机	—	√	6.2.2	7.3.3
5	软启动	—	√	6.2.3	7.3.4
6	恢复并网	√	√	6.2.4	7.3.5
7	通讯	√	√	6.2.5	7.3.6
8	过热保护	√	√	6.2.6	7.3.7
9	防雷	—	√	6.2.7	7.3.8
10	噪声	—	√	6.2.8	7.3.9
11	绝缘耐压试验要求	√	√	6.2.9	7.3.10
12	外壳防护等级	√	√	6.2.10	7.3.11
13	并网电流谐波	—	√	6.3.1	7.4.1
14	功率因数	—	√	6.3.2	7.4.2
15	直流分量试验	√	√	6.3.3	7.4.3
17	过/欠压保护	√	√	6.4.1	7.5.1
18	过/欠频保护	—	√	6.4.2	7.5.2
19	过载保护	√	√	6.4.3	7.5.3
21	短路保护试验	—	√	6.4.4	7.5.4
22	极性反接保护	√	√	6.4.5	7.5.5
23	防孤岛效应保护	—	√	6.4.6	7.5.6
24	静电放电抗扰度	—	√	6.5.1	7.6.1
26	射频电磁场辐射抗扰度	—	√	6.5.2	7.6.2
27	电快速脉冲群抗扰度	—	√	6.5.3	7.6.3
28	浪涌（冲击）抗扰度	—	√	6.5.4	7.6.4
29	射频场感应的传导骚扰抗扰度	—	√	6.5.5	7.6.5
30	电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度	—	√	6.5.6	7.6.6
31	工频磁场抗扰度	—	√	6.5.7	7.6.7
32	阻尼振荡波抗扰度	—	√	6.5.8	7.6.8
33	电压波动抗扰度	—	√	6.5.9	7.6.9
34	闪烁	—	√	6.5.10	7.6.10

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 产品标志

逆变器的适当位置应有铭牌。铭牌内容如下：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 技术参数：
 - 额定交流输出功率 (kW)；
 - 最大逆变效率 (%)；
 - 直流输入电压范围 (V)；
 - 标称交流电压范围 (V)；
 - 防护等级。
- d) 出厂编号；
- e) 制造日期；
- f) 制造厂名；
- g) 执行标准。

9.1.2 包装标志

对于重量大于50Kg以上的设备，包装上须给出设备重心的标识，便于运输和搬运。

逆变器的外包装上有收发货标志、包装储运标志和警示标志，按 GB/T 191 的有关规定执行。

9.2 包装

9.2.1 使用说明书

每台逆变器配置的使用说明书应给出如何安全和正确地使用本设备的全部信息。其信息应包含下列内容：

- a) 工作原理框图；
- b) 主要技术指标；
- c) 控制调整说明；
- d) 电气接线图；
- e) 安装图及要求；
- f) 安全注意事项；
- g) 保修事项；
- h) 常见故障及解决办法。

9.2.2 包装前的检查

- a) 产品的合格证和技术文件、附件、备品备件齐全；
- b) 装箱单和随机备附件清单齐全；
- c) 产品外观无损伤；
- d) 产品表面无灰尘。

9.2.3 包装要求

产品应有内包装和外包装，包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防振等措施。

9.3 运输

产品应适宜于陆运、空运、海运。运输装卸按包装箱上的标志进行操作。产品在运输过程中不应有剧烈震动、冲击和倒放。

9.4 贮存

产品使用前应放在原包装箱内，存放在空气流通，周围环境不低于-40℃，相对湿度不大于90%，无有害气体和易燃、易爆物品及有腐蚀性物品的仓库里，并且不应受到强烈机械振动、冲击和强磁场作用。

附 录 A
(规范性附录)

光伏逆变器在海拔高度超过 1000m 时降容系数

表A.1 光伏逆变器在海拔高度超过 1000m 时降容系数

海拔 m	降容系数
1000	1.0
1500	0.95
2000	0.91
2500	0.86
3000	0.82
3500	0.78
4000	0.74
4500	0.70
5000	0.67

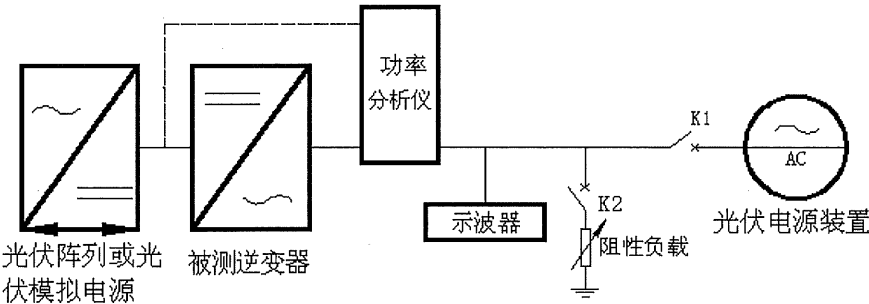
注：基于干燥空气密度（于海平面+15℃）=1.225kg/m³

对强迫风冷却设备，由于风扇效率随海拔高度而下降，其降额系数还要小一些。

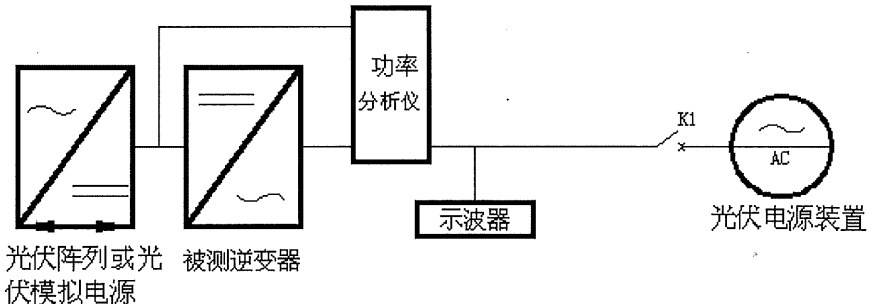
附录 B
(规范性附录)
逆变器测试平台

B.1 试验平台

图B.1给出了逆变器电气性能试验的参考电路。测试要求如下：
测逆变器的直流输入源应为光伏方阵或光伏方阵模拟器；
模拟电网电源容量宜不小于被测逆变器最大输出功率，输出的电压、频率能在一定的范围内调节。
若交流电源能完全吸收逆变器输出的电能，也可采用图B.2电路进行试验。



图B.1 性能指标试验平台 (1)



图B.2 性能指标试验平台 (2)

附 录 C
(规范性附录)
短路保护功能验证试验

C.1 短路保护功能验证试验

短路保护功能验证试验可采取如下两种方式：

——直接电网短路故障法：逆变器运行在最大输出功率时，闭合图C.1中A短接逆变器并网侧，检查逆变器是否符合7.5.4要求，故障恢复后检查并记录逆变器是否工作正常。

——模拟电网短路故障法：逆变器运行在最大输出功率时，调制RLC负载使电网模拟器断开时逆变器保持在谐振输出状态，闭合图C.2中K2短接逆变器并网侧，检查逆变器是否符合7.5.4要求，故障恢复后检查并记录逆变器是否工作正常。

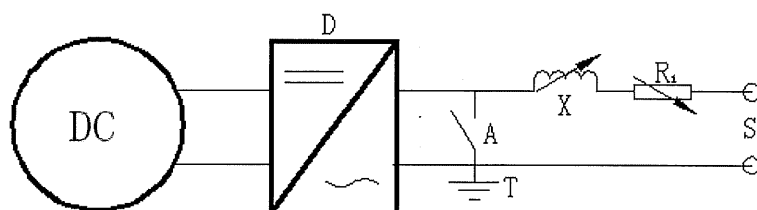
C.2 直接电网短路故障法

a) 试验中，电源S供电给由电阻器 R_1 、电抗器X和被试逆变器D组成的电路。

在所有情况下，电源S应有足够的容量(不小于2倍被试逆变器的最大输出功率)似保证制造厂规定的电器特性能够得到验证。

b) 在试验电路中电阻器和电抗器应在试验中连接在电源S和被试逆变器D之间。

c) 试后，若输出侧采用熔断器保护的逆变器在更换熔丝后能正常运行；若输出侧采用断路器保护的逆变器在断路器复位后应能正常工作。



S—电源

A—闭合电器

R_1 —可调电阻器

X—可调电抗器

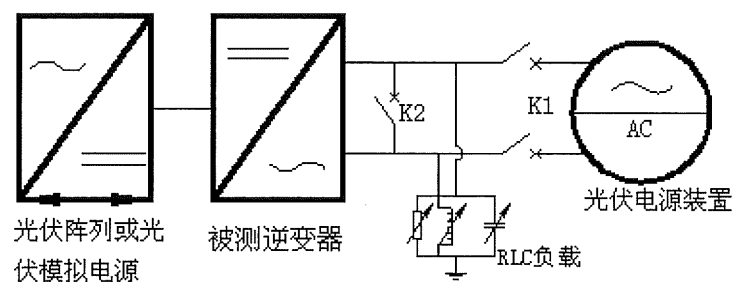
D—被试逆变器

T—接地点——仅1点接地(负载侧或电源侧)

*可调负载X与 R_1 ，可以设置在电源电路的高压侧也可在电路的低压侧。闭合电器A设置在电路的低压侧。

图C.1 逆变器短路功能验证试验电路图——直接电网短路故障法

C.3 模拟电网短路故障法



图C.2 逆变器短路功能验证试验电路图——模拟电网短路故障