

ICS 29.120.01
K 46
备案号: 65961-2019

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 10088 — 2018

户外型光伏逆变成套装置技术规范

Technical specification for outdoor photovoltaic inverter package plant

2018-12-29发布

2019-03-01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	2
4 使用条件及产品分类	2
4.1 环境条件	2
4.2 电网条件	2
4.3 产品分类	2
5 技术要求	2
5.1 文档要求	2
5.2 结构要求	4
5.3 安规要求	6
5.4 电气性能	7
5.5 测控保护	8
5.6 环境要求	8
6 试验方法	8
6.1 文档试验（标识耐久性试验）	8
6.2 结构试验	8
6.3 安规试验	12
6.4 电气性能	13
6.5 测控保护	14
6.6 环境试验	14
7 运输、包装和储存	15
7.1 运输和储存	15
7.2 安装	15
7.3 非正常使用、安装及运输条件	15
8 试验规则	15

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国质量认证中心、南京中认南信检测技术有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所。

本标准参加起草单位：江苏智临电气科技有限公司、阳光电源股份有限公司、江苏启安建设集团有限公司、艾思玛新能源技术（江苏）有限公司、金盘电气（中国）有限公司、宝胜阿特斯智慧能源有限公司、上能电气股份有限公司、盐城提迈克电力电子有限公司、上海正泰电源系统有限公司、台达电子企业管理（上海）有限公司、酒泉润科新能源有限公司、厦门科华恒盛股份有限公司、苏州电器科学研究院股份有限公司、国家太阳能光伏产品质量监督检验中心、上海太阳能工程有限公司、中检集团南方电子产品测试（深圳）股份有限公司。

本标准起草人：石磊、陈勇、陈爱国、果岩、戴晓峰、喻辉、黄晓阁、张国旗、吴东辉、成永刚、廖小俊、龚元平、周燎、梁洪、戴骏、钱大猷、李兆峰、陈江桥、朱军卫、蔡欢、於忠泉、邵宗俄、王军立、段翼明、林金水、林镇煌、单亮、朱冰、缪磊、徐清国、康钦一、王健全、郑向阳、董红言、陈栋、刘媛媛、赵凡、吴成虎、曹仁桀、钱岗、洪雅欣。

户外型光伏逆变成套装置技术规范

1 范围

本标准规定了户外型光伏逆变成套装置（以下简称“成套装置”）的使用条件、技术要求、试验方法、运输、包装和储存等内容。

本标准适用于连接到直流侧电压不超过 1500V，交流侧电压等级 35kV 及以下的成套装置，该装置可集成或未集成升压变压器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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 1094.1 电力变压器 第 1 部分：总则
- GB/T 1865 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射暴露 滤过的氙弧辐射
- 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 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
- GB/T 2893.1 图形符号 安全色和安全标志 第 1 部分：安全标志和安全标记
- GB/T 3906 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 5169.17 电工电子产品着火危险试验 第 17 部分：试验火焰 500W 火焰试验方法
- GB/T 5465.2 电气设备用图形符号 第 2 部分：图形符号
- GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级
- GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：总则
- GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- 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 16273.1 设备用图形符号 第 1 部分：通用符号
- GB/T 17467 高压/低压预装式变电站
- GB/T 18380.12 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 12 部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW 预混合型火焰试验方法
- GB/T 19964 光伏发电站接入电力系统技术规定
- GB/T 20626.1 特殊环境条件 高原电工电子产品 第 1 部分：通用技术要求
- GB/T 24337 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 29319 光伏发电系统接入配电网技术规范
- GB 50148 电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范
- NB/T 32004 光伏并网逆变器技术规范
- IEC 60028 铜电阻
- ASTM G154 非金属材料曝光用荧光紫外灯装置操作规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

户外型光伏逆变成套装置 outdoor photovoltaic inverter package plant

含有一台或多台光伏并网逆变器、升压变压器、高低压开关设备、智能电子装置及辅助设备的箱式或箱式组合的户外光伏并网系统。

4 使用条件及产品分类

4.1 环境条件

4.1.1 正常环境条件（温度、海拔、湿度）

- a) 周围空气温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$;
- b) 海拔应不超过 2000m, 超出 2000m 按照 GB/T 20626.1 的有关规定进行海拔修正;
- c) 周围空气温度 25°C 时, 相对湿度短时可达 $4\%\sim 100\%$ 。

4.1.2 试验环境条件（温度、海拔、湿度）

- a) 周围空气温度 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度 $5\%\sim 75\%$;
- c) 大气压强 $75\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$;
- d) 无结霜、凝露、渗水、淋雨、日照等现象。

注: 除本标准另有规定, 试验场所应满足以上环境条件。

4.2 电网条件

电网条件满足 GB/T 19964 的有关规定, 电压不平衡度应满足 GB/T 12325 的有关规定, 谐波应满足 GB/T 14549 的有关规定, 三相电压不平衡度应满足 GB/T 15543 的有关规定, 间谐波值应满足 GB/T 24337 的有关规定, 频率偏差应满足 GB/T 15945 的有关规定, 电压波动和闪变应满足 GB/T 12326 的有关规定, 成套装置应正常并网运行。

4.3 产品分类

按内部组成部件分类, 包括:

A 类: 逆变单体箱式——内部只集成 1 台或以上逆变器的成套装置。

B 类: 逆变、升压箱式——内部集成逆变器及升压变压器的成套装置。

C 类: 逆变、测控、升压箱式——内部集成逆变器、升压变压器、测控及其他辅助设备的成套装置。

5 技术要求

5.1 文档要求

5.1.1 安装说明文档

安装说明文档应使用简体中文, 并采用印刷形式随成套装置一起提供。安装说明文档应对成套装置的安装、操作和维护进行说明, 并包含以下内容:

- a) 重要安全警示;
- b) 内部各类标识及符号的解释;
- c) 各类端子和控制器的位置和功能;
- d) 所有与安装和操作成套装置相关的参数和规格以及环境参数, 包含而不限于以下参数:
 - 输入电压范围;
 - 最大输入电流;
 - 输出电压范围;
 - 最大输出电流;
 - 额定输出功率;
 - IP 防护等级;
 - 污染等级;
 - 工作温度范围;
 - 工作湿度范围。

5.1.2 铭牌及标识

铭牌及标识应满足以下要求:

- a) 除内部零部件的标识之外, 所有标识在产品安装之后应能从外部清晰可见; 针对整个产品的标识不应置于操作人员无需工具即可拆卸的零部件上。
- b) 标识可以使用图形符号, 图形符号应符合 GB/T 5465.2、GB/T 2893、GB/T 16273 的相关要求。设备提供的文档应解释所使用的图形符号对应的含义。
- c) 每台成套装置及其内部的产品, 都应有一个永久固定的铭牌, 其位置应清晰可见。铭牌应标出成套设备编号、型号、规格、主要技术参数、制造商名称、出厂日期等信息。应在成套装置显要位置标注必要的操作说明、注意事项或警告。电气接线和回路也应标有编号并与电气图纸上的编号相对应。
- d) 成套装置应提供警告语标签或警告标识。

成套装置的铭牌上至少应包含如下参数:

- 产品名称及型号;
- 输入电压范围;
- MPPT (最大功率点跟踪) 电压范围;
- 额定输入电压、电流、功率;
- 额定输出电压、电流、功率;
- 最大输入电流;
- 保护类型;
- 过电压等级;
- 温度范围;
- IP 防护等级;
- 尺寸、质量;
- 制造商或供应商的名称或商标;
- 用于识别产地、批次或日期的序列号、代码或其他标识。批次或日期精确到 3 个月以内, 标识日期的方法在 30 年内不会出现重复的数字。

产品铭牌及标识应能通过 6.1.1 标识耐久性试验。

5.2 结构要求

5.2.1 基本要求

5.2.1.1 外壳抗腐蚀性能

成套装置外壳的金属部分应满足抗盐雾腐蚀要求，通过 6.2.1 耐腐蚀试验验证符合性。

成套装置外壳的非金属部分应满足防紫外线老化的要求，通过 6.2.2 耐紫外线试验测试验证符合性。

5.2.1.2 操作和维护通道

成套装置内的所有部件及其连接应被设计成可以检查和维护的结构，应可以通过拆卸成套装置外壳门板等方式进行维护。

操作和维护应由经过相应技术培训且具有足够经验和资质的人员进行，成套装置内部操作通道的宽度应能满足操作人员的正常进出及逃生需求。

5.2.1.3 电缆及布线要求

成套装置内部的控制和信号电缆应选用加强绝缘或双重绝缘结构，也可以通过加强电缆保护来满足要求，线缆应尽量短，宜用穿管或安装专门的走线槽，或至少加缠绕管保护，电缆的阻燃性应满足 GB/T 18380.12 的有关规定。

成套装置内部用于设备之间相互连接的控制电缆以及通信电缆宜采用内走线方式。成套装置预留的现场接线端子的尺寸应满足现场接线要求，载流量不应小于 125% 额定运行条件下的直流或交流电流。

其他回路需要现场接线的接线盒（如控制、通信回路）或接线端子（如变压器的低/高压侧接线）应安装在接线方便、安全、易于检查的位置。

内部线缆走线应通过线夹、支撑等措施固定，线缆和接线端子处不应出现应力过大、接线松弛和绝缘破坏等现象。

内部线缆走线穿过孔洞时应在孔洞处提供光滑圆套管或使孔洞具有光滑表面。

当母线穿隔集装箱舱体时，集装箱应采取可靠的防涡流措施。固定母线用金属夹件应选用不锈钢或铝等非磁性材料，舱体上安装金属夹件的门板及框架应选用不锈钢或铝等非导磁材料。

成套装置内部裸露的带电部件应有合适的防护措施。

5.2.1.4 外壳防护等级

成套装置的外壳防护等级不应低于 IP54 要求，测试要求见 6.2.3。

5.2.1.5 可维修部件的要求

光伏并网逆变器、配电柜等设备的安装应满足维护方便的要求，在需要维护的方向留有足够的维护空间。

变压器应安装在易维护的位置，变压器的安装应符合 GB 50148 的要求。

对于可更换熔丝，应在熔丝或熔丝座附近的可见位置标注熔丝的电流等技术参数。

随成套装置一起提供的维修用便携插座应满足户外使用的要求。

维护和操作应限于经过相应技术培训而且具有必要经验和资质的人员。

5.2.1.6 接地结构

成套装置内部的各电气设备的外壳应进行等电位连接，内部各连接线缆的屏蔽层、保护层等也应选

择合适的地点接地。

接地连接端子应可靠固定，接地连接的接触面应平整光滑以保证金属之间的可靠接触。

成套装置外部的接地连接应在安装现场进行，且总接地电阻阻值不应大于 4Ω 。

5.2.1.7 散热系统

当散热系统发生故障时，成套装置应无过热危险或能够安全停机。

应通过 6.2.4 散热系统失效试验验证。

5.2.1.8 消防系统

成套装置应集成烟雾探测器、消防应急灯（逆变器室具备）、灭火器等消防设备。灭火器应放置在着火时方便取用的位置，如果灭火器不随成套设备一起提供，应在说明书中说明在系统集成时配置。烟雾探测器应能发出警示信号，警示信号应能接入外部光伏并网电站的火灾预警监控系统，消防应急灯供电电源应不依赖于内部取电的供电方式，可采用外部供电、UPS 供电、在线充电式蓄电池等供电方式。

5.2.1.9 照明系统

内部需配备照度足够的照明灯，以方便舱体内部的检修和试验，消防应急灯应确保在全站停电的情况下能够继续工作。

5.2.2 关键件要求

5.2.2.1 概述

成套装置所使用的光伏逆变器、升压变压器、高低压开关设备、继电保护装置、防雷装置应提供符合标准要求的认证证书，其他关键件可提供符合标准要求的认证证书或有资质实验室出具的检测报告。

5.2.2.2 成套装置壳体

成套装置壳体盘面应平整，并有足够的刚度和强度，在起吊、运输和安装时，不应变形或损伤。壳体应有防止非专业人员进入的防护措施。壳体内应有内安装板以便安装电气设备。壳体的防腐蚀能力应满足 5.2.1.1 的要求。

成套设备壳体应可靠密封。对于外壳开孔，应通过加护套、防火泥或类似方式确保现场电缆连接后的有效密封。

外壳的门板和框架若采用铰链结构，应有足够的强度。门板安装铰链和门轴等活动部件应采用不锈钢材料。

所有人员或设备进出的门应加装防风钩或类似结构，如防风钩或类似结构在使用过程可取下，则应另配开门限位装置。对于可内部维护或操作的成套装置，应至少设置一处逃生门，并且在内部配置逃生锁。

5.2.2.3 光伏逆变器

光伏逆变器应满足 NB/T 32004 的要求。

5.2.2.4 升压变压器

升压变压器应满足 GB/T 1094.1 的要求。

5.2.2.5 高、低压开关设备

高压开关设备应满足 GB/T 3906 及 GB/T 11022 的有关要求。

低压开关设备应满足 GB/T 7251.1 的有关要求。

5.2.2.6 继电保护装置

成套装置与电网并网运行应配置符合 GB/T 29319 要求的继电保护装置,该装置可选用传统继电保护装置,也可以选用符合光伏逆变器自身特点的继电保护装置。

5.2.2.7 防雷

成套装置应配置合适的防雷装置。

5.2.2.8 接线端子

接线端子的结构应保证其具有良好的电接触和电气载流能力,并应有足够的机械强度。接线端子的连接应用螺栓、弹簧或其他等效方法与导体连接,以保证维持必要的接触压力。接线端子符合性通过 6.2.5 接线端子强度试验验证。

制造厂应规定接线端子适用连接的导线类型(硬线或软线,单芯线或多股线),最大和最小导线截面积以及同时能接至接线端子的导线根数(如适用)。接线端子能够连接的最大截面导线不应小于温升试验所规定的导线截面,可用于接线端子的导体应是同一种类型(硬线或软线,单芯线或多股线),而相同导线类型的最小截面应至少要比温升试验规定的截面积小两个等级的标准截面积尺寸。

用于连接外部导线的接线端子在安装时应容易进入并便于接线。接线端子紧固用螺钉和螺母除固定接线端子本身就位或防止其松动外,不应作为固定其他任何零部件之用。

5.3 安规要求

5.3.1 机械防护

5.3.1.1 外壳耐受冲击的要求

成套装置的外壳在正常使用或运输过程中受到的冲击不应影响其防护等级,同时不应造成装置内部电气间隙和爬电距离的减少,也不应影响内部安装的零部件的牢固可靠性。

如果光伏逆变成套装置的部分外壳由聚合物材料组成,则应能承受正常使用或运输过程中对其冲击的影响。

5.3.1.2 稳定性

成套装置在运输、存储、工作过程中应保持稳定。如果有可移动部件如门、抽屉等,应考虑它们对稳定性的影响。

成套装置中的零部件必须采取可靠的固定措施,以保证在运输、工作过程中不出现结构的变形或移位。

5.3.1.3 运动部件的防护

成套装置的运动部件要合理布局、封闭安装或加防护罩,防护罩应有足够的机械强度,防止运动部件在运动过程中脱落或飞出而造成伤害。

在例行维护期间,如果由于技术原因不可避免地要求操作者接触危险运动部件,例如对运动部件进行调整,那么设备必须具有以下所有预防措施才允许让操作者接近:

- a) 只有借助工具才能接触。
- b) 为维护人员提供的说明书应有声明:操作者必须经过培训才允许执行危险操作。
- c) 那些必须拆卸才能接触到危险部位的盖子或零部件上应有警告标识。

自动复位的热断路器或过电流保护装置，以及自动定时启动装置等，如果其复位会产生危险，则应有措施彻底断开此装置。

5.3.2 电击防护

高压侧应满足 GB/T 17467 的有关要求，低压侧应满足 NB/T 32004 的有关要求。

5.3.3 防火要求

5.3.3.1 防火外壳的要求

成套装置外壳使用非金属材料时，非金属材料应满足防火要求。防火外壳所采用的最薄壁厚的材料，应满足 GB/T 5169.17 中 5VB 的要求。

金属、陶瓷材料和玻璃无需进行试验即可认为符合要求。

外壳防火性通过 6.3.2 验证。

5.3.3.2 防火外壳的开口

防火外壳侧面和底部的开口应考虑机壳内部元器件的着火危险，具有着火危险的元器件的正下方以及该元器件垂直方向成 5° 夹角所确定的区域内严禁开口。

5.3.3.3 操作或维修隔间的防火要求

操作人员可以进入的空间，其周围的部件或结构应满足防火外壳的要求。在操作人员操作的过程中，周围不应出现着火或过热风险的元器件。操作人员进入的门应外开，且不能在内部被锁定。

对于维护人员可以接触的区域，应有相应的警示标签。

5.3.4 温升

成套装置在正常条件工作时，其关键部件光伏逆变器、升压变压器周围的环境温度不应超出其使用温度上限。

成套装置在正常条件工作时，外部连接的接线柱、绝缘材料、连接导体等部件的温度不应超出规定的限值。

温升符合性通过 6.3.3 进行验证。

5.4 电气性能

5.4.1 额定输入、输出

成套装置最大输入、输出电流或功率不应超过其标称额定输入、输出电流或功率的 110%。

5.4.2 转换效率

不带升压变压器的设备转换效率最大值不应低于 96%，带升压变压器的设备转换效率最大值不应低于 94%。

5.4.3 电能质量

成套装置运行时，注入电网的电流谐波总畸变率限值为 5%。

成套装置运行时，引起接入电网的公共连接点的三相电压不平衡度不应超过 GB/T 15543 规定的限值，成套装置引起该点负序电压不平衡度不应超过 1.3%，短时不应超过 2.6%。根据连接点负荷情况及

安全运行要求可做适当变动，但必须满足负序电压不平衡度不应超过 2%，短时不应超过 4%的要求。

5.5 测控保护

C 类成套装置应具备监控功能，实现可靠通信。成套装置与外部连接系统的通信协议应在说明书中说明，推荐采用 Modbus、TCP/IP。

测控系统应能监测升压变压器的非电量信息，包括温度、油箱压力、变压器油位、高压熔断器信号等，如有异常，测控保护系统应予以报警。

成套装置应能将电量、非电量等信息上传到场站监控系统，同时接受上级指令实现成套装置的有功、无功和电压等目标的综合调节，可远程控制逆变器启停。

通过 6.5 测试要求验证符合性。

5.6 环境要求

成套装置应能在标准规定的温湿度范围内正常运行。

通过 6.6 试验验证符合性。

6 试验方法

6.1 文档试验（标识耐久性试验）

用浸渍了指定清洗剂的布，以正常压力（约 10N）手工快速擦拭标识 15s。若制造商没有指定清洗剂，则用丙酮替代。擦拭之后，标识应保持清晰可辨，粘贴标签不能出现松脱或卷边现象。

6.2 结构试验

6.2.1 耐腐蚀试验

户外成套装置的金属外壳应满足 144h 交变中性盐雾试验（5%氯化钠溶液）的要求，可采用等效的试验样片。具体要求如下：

喷雾温度 35℃，时长 2h，每个喷雾后接一个 22h 湿热贮存周期，贮存条件为温度 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(93 \pm 3)\%$ ，喷雾和湿热贮存组成一个循环，共 6 个循环（144h）。盐水喷雾试验结束后，取出试验样件并清洗，在室温下放置 2h，产品表面无明显可见锈蚀为合格或者达到腐蚀评级 9 级以上为合格，具体参照 GB/T 6461 执行。

对于应用于耐腐蚀要求更高地区的成套装置，可以和制造商商定增加测试循环次数。

6.2.2 耐紫外线试验

6.2.2.1 概述

喷塑、烤漆和油漆涂层的耐紫外线能力可采用以下两种方法进行试验。（涂层变色/褪色优先采用氙灯老化方法，无氙灯老化可采用紫外荧光老化代替。）

6.2.2.2 紫外荧光老化要求

紫外荧光老化按照试验方法（ASTM G 154 中的方法）进行，采用 UV-A340 紫外线灯进行照射，曝露循环 8h 光照、4h 黑暗高湿，黑板温度分别为 $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$ 、 $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，共 84 个试验循环（1008h）。试验后涂层颜色无明显变色、失光，无粉化、气泡、开裂、剥落等异常现象为合格。

6.2.2.3 氙灯老化要求

氙灯老化依据 GB/T 1865 要求的试验方法进行。光源 340nm，辐照度 0.51W/m²；黑标温度(65±3)℃，相对湿度(50±5)%，每次喷水时间(18±0.5)min，两次喷水之间的无水时间(102±0.5)min，试验无黑暗周期。总共 1000h。

试验后涂层颜色无明显变色、失光，无粉化、气泡、开裂、剥落等异常现象为合格。

6.2.3 外壳防护等级试验

设备的外壳防护等级按照制造商声明的 IP 防护等级验证，试验方法依据 GB/T 4208。

6.2.4 散热系统失效试验

根据成套设备散热系统的实际情况，按以下要求设置故障条件进行散热系统失效试验：

- a) 完全堵住或部分堵住进风口。
- b) 堵转或断开冷却风扇，对于有多个散热风扇的情况，只需堵转或断开一个。
- c) 循环水或其他冷却液应停止或部分限制。

成套装置应能持续运行而不损坏，或者具有自动检测温度功能，温度超过允许值时自动停止工作。

6.2.5 接线端子强度试验

6.2.5.1 接线端子要求

逆变器接线端子应满足以下要求或提供第三方相关合格测试报告。

- a) 本试验不适用于铝接线端子，也不适用于连接铝导体的接线端子。
- b) 除非制造厂另有规定，每一试验应在完好的、新的接线端子上进行。
- c) 当采用圆铜导线进行试验时，应采用符合 IEC 60028 规定的铜线。
- d) 当采用扁铜导体进行试验时，铜导体应具有以下特征：
 - 最小纯度：99.5%。
 - 极限抗张强度：200N/mm²~280N/mm²。
 - 维氏硬度：40~65。

6.2.5.2 机械强度试验

该试验在以下条件下进行：

- a) 试验应采用具有最大截面积的合适型号的导体来进行试验。
- b) 每个接线端子应接上和拆下导体 5 次。
- c) 对螺纹型接线端子，拧紧力矩应按表 1 第Ⅱ列规定的力矩，用螺钉旋具拧紧，然后进行第 2 次试验。
- d) 如果表 1 第Ⅱ列和第Ⅲ列的值相同，只需进行螺钉旋具拧紧试验。
- e) 每次拧紧的螺栓或螺母松掉后，应采用新的导体来进行下一次拧紧试验。
- f) 在试验中，紧固部件和接线端子不应松掉并且不应影响其进一步使用。

表 1 验证螺纹型接线端子机械强度的拧紧力矩

螺纹直径 mm		拧紧力矩 N·m		
标准值	直径范围	I	Ⅱ	Ⅲ
2.5	$\varphi \leq 2.8$	0.20	0.40	0.40

表 1 (续)

螺纹直径 mm		拧紧力矩 N·m		
标准值	直径范围	I	II	III
3.0	$2.8 < \varphi \leq 3.0$	0.25	0.50	0.50
—	$3.0 < \varphi \leq 3.2$	0.30	0.60	0.60
3.5	$3.2 < \varphi \leq 3.6$	0.40	0.80	0.80
3.5	$3.6 < \varphi \leq 4.1$	0.70	1.20	1.20
4.5	$4.1 < \varphi \leq 4.7$	0.80	1.80	1.80
5.0	$4.7 < \varphi \leq 5.3$	0.80	2.00	2.00
6.0	$5.3 < \varphi \leq 6.0$	1.20	2.50	3.00
8.0	$6.0 < \varphi \leq 8.0$	2.50	3.50	6.00
10.0	$8.0 < \varphi \leq 10.0$	—	4.00	10.00
12.0	$10.0 < \varphi \leq 12.0$	—	—	14.00
14.0	$12.0 < \varphi \leq 15.0$	—	—	19.00
16.0	$15.0 < \varphi \leq 20.0$	—	—	25.00
20.0	$20.0 < \varphi \leq 24.0$	—	—	36.00
24.0	$24.0 < \varphi$	—	—	50.00

注：第 I 列：适用于拧紧时不突出孔外的无头螺栓和不能用刀口宽度大于螺栓根部直径的螺钉旋具拧紧的其他螺栓。
 第 II 列：适用于用螺钉旋具拧紧的螺栓和螺母。
 第 III 列：适用于比螺钉旋具更好的工具来拧紧的螺栓和螺母。

6.2.5.3 弯曲试验

该试验在以下条件进行：

- 本试验适用于连接非预制圆铜导线的接线端子，连接导线的根数、截面积和类型（软线和/或硬线，多股线和/或单芯线）由制造厂规定。扁铜导体的接线端子试验可由供需双方协商。
- 用 2 个新试品进行以下试验：
 - 用最小截面导线及其允许的最多根数连接至接线端子进行试验；
 - 用最大截面导线及其允许的最多根数连接至接线端子进行试验；
 - 用最小和最大截面导线及其允许的最多根数连接至接线端子进行试验。
- 预期要连接软线或硬线（多股线和/或单芯线）的接线端子应采用每种类型导线在不同的试品组上进行试验。将软线和硬线（多股线和/或单芯线）一起接入的接线端子应同时进行上述 3）项规定的试验。
- 试验应在合适的试验逆变器上进行，将规定的导线根数接至接线端子。试验导线的长度应比表 2 规定的高度 H （ H 为夹紧装置至压板的距离）长 75mm。紧固螺栓应拧紧，施加的拧紧力矩按表 2 的规定或制造厂商的力矩，被试部件的固定应如图 1 所示。

表 2 圆铜导线拉出和弯曲试验数值

导体截面		衬套孔直径 ^a mm	高度 H (± 13 mm) mm	质量 kg	拉力 N
截面积 mm ²	AWG/MCM				
—	24	6.4	260	0.3	10
	22	6.4	260	0.3	20

表 2（续）

导体截面		衬套孔直径 ^a mm	高度 H （±13mm） mm	质量 kg	拉力 N
截面积 mm ²	AWG/MCM				
0.50	20	6.4	260	0.3	30
0.75	18	6.4	260	0.4	30
1.00	—	6.4	260	0.4	35
1.50	16	6.4	260	0.4	40
2.50	14	9.5	279	0.7	50
4.00	12	9.5	279	0.9	60
6.00	10	9.5	279	1.4	80
10.00	8	9.5	279	2.0	90
16.00	6	12.7	298	2.9	100
25.00	4	12.7	298	4.5	135
—	3	14.3	318	5.9	156
35.00	2	14.3	318	6.8	190
—	1	15.9	343	8.6	236
50.00	0	15.9	343	9.5	236
70.00	00	19.1	368	10.4	285
95.00	000	19.1	368	14.0	351
—	0 000	19.1	368	14.0	427
120.00	250	22.2	406	14.0	427
150.00	300	22.2	406	15.0	427
185.00	350	25.4	432	16.8	503
—	400	25.4	432	16.8	503
240.00	500	28.6	464	20.0	578
300.00	600	28.6	464	22.7	578

^a 如果规定的衬套孔直径不足以容纳包扎导线，则可以用一个较大孔径的补套。

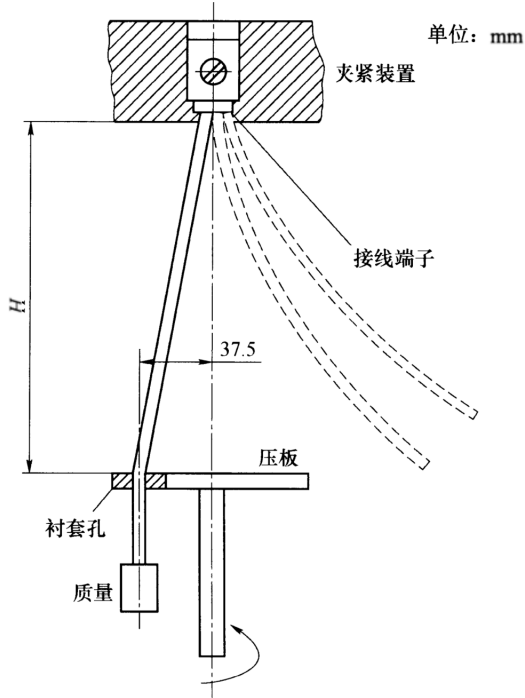


图 1 弯曲试验的试验设备示意图

- e) 按以下程序试验,使每根导线承受圆周运动:被试导体的末端应穿过压板中合适尺寸的衬套孔,压板处于设备接线端子向下 H 处, H 值见表 2。除被试导线外其余导线均应弄弯,以免影响试验结果。衬套应在水平压板上,且与导线同轴。衬套中心距离压板中心 37.5mm,运动速度为 8r/min~12r/min。接线端子出口至衬套的上表面距离应是高度 H ,允差为 ± 13 mm。衬套应加润滑油,防止绝缘导线的弯曲、扭转或自转。表 2 规定的质量挂在导线的末端,试验应连续旋转 135 转。试验过程中,导线应既不脱出接线端子又不在夹紧件处折断。弯曲试验后应把被试设备上每根经过弯曲试验的导线立即进行 6.2.5.3 规定的拉出试验。

6.2.5.4 拉出试验

- a) 圆铜导线的拉出试验。弯曲试验后,对经过该试验的导线施加表 2 规定的拉力。本试验的紧固被试导线的螺栓不应再拧紧。拉力应平稳的持续作用 1min,拉力不应突然施加。试验过程中,导线应既不脱出接线端子又不在夹紧件处折断。
- b) 扁铜导线拉出试验。将适当长度的导线固定在接线端子上,按表 3 规定的拉力平稳持续作用 1min,拉力方向与导体插入方向相反,不应突然施加。试验过程中,导线应既不脱出接线端子又不在夹紧件处折断。

表 3 扁铜导线拉出试验数值

扁导体的最大宽度 mm	拉力 N
12	100
14	120
16	160
20	180
25	220
30	280

6.3 安规试验

6.3.1 电击防护试验

根据 5.3.2 要求,对高压侧采用 GB/T 17467 的测试方法进行测试,对低压侧采用 NB/T 32004 的测试方法进行测试。

6.3.2 500W 火焰试验

500W 火焰试验应根据 GB/T 5169.17 的规定进行。
注:如果试验必须在试品上的多个地方进行,应注意保证首次试验引起的材料损坏不影响后续试验。

6.3.3 温升试验

对于最高可在 50℃环境温度以下工作的成套装置,试验可在低于 50℃的任意环境温度下进行,但是必须对温度测量结果进行修正(增加或减少),然后与规定的温度限值进行比较,修正值为实际试验环境温度和最高环境温度的差值。对于最高可在超过 50℃环境温度下工作的成套装置,试验需在成套装置声明的最高工作温度($\pm 2^\circ\text{C}$)下进行。温度测量一般使用热电偶法。

每间隔 0.5h 比较 1 次各个测试部位的温度,当连续 3 次测得同一位置的温度变化不超过 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 时,记录此时各个测试位置的最高温度。

6.3.3.1 关键部件工作时环温测量

测量关键部件工作环温时,应将温度检测器均匀分布在被测试部件的周围,并放置于被测试部件每

个面的中心同时距离被试设备的距离 50cm（若部件安装说明书中规定的安装距离最小值小于 50cm，则以安装说明书规定的安装距离为准）处。

温度检测器应保证免受气流、热辐射影响和由于温度迅速变化产生的显示误差。

试验中，周围空气温度应为 0℃～50℃，如果周围空气温度的变化超过 3℃，应按设备的热时间常数用适当的修正系数对测得的部件温升予以修正。

测得的任一环温值均不应超出关键部件使用温度的上限。

6.3.3.2 其他部件温升

成套装置中使用的其他部件温度限值见表 4。

表 4 成套装置其他部件温度限值

外部连接的接线柱 ^a	60℃
外部可接触的线路布线点 ^a	60℃
熔断器	90℃
绝缘材料	90℃
主电路半导体器件与导体的连接处	裸铜：70℃；有锡镀层：80℃；有银镀层：95℃
^a 测量的接线端子或接线盒内的接线点如果有更高的温度限值，需有标识说明。	

成套装置可接触表面的温度限值见表 5。

表 5 成套装置接触表面温度限值

单位：℃

位 置	表面成分		
	金属	陶瓷或玻璃类	塑料橡胶类
日常使用中用户操作时需要连续接触（按钮、把手、开关器件、显示面板等）	55	65	75
日常使用中用户操作时只需短暂接触的器件	60	70	85
偶尔触及的表面	70	80	95

6.4 电气性能

6.4.1 额定输入、输出

在 5.5.1 规定的参考试验条件下运行时，测得的连续输入、输出电流或功率应满足 5.5.1 要求。

将设备启动并置于额定工作状态，调整设备的输入电压（升压或降压），记录设备停止工作时电压上限值和下限值。

6.4.2 转换效率

要求成套装置在输入、输出电压为额定值时〔输入电压额定值为成套装置厂家声称值，应在满载 MPPT 电压范围内，如果厂家未提供声称值则取最大满载 MPPT 电压的 0.8 倍（晶硅）或 0.72 倍（薄膜）〕测量负载点为 30%、50%、75%、100%以及可输出最大效率点处的转换效率，其值应符合 5.4.2 的规定，并以曲线图的形式在试验报告中给出。

在 6.5.1 和 6.5.2 的环境条件下，测量并记录成套装置的转换效率，其值也应符合 5.4.2 的规定，结果在试验报告中给出。

6.4.3 电能质量

6.4.3.1 谐波和波形畸变

将成套逆变装置启动并置于正常工作状态，稳定后测量成套逆变装置输出电流谐波，连续采样时间不少于 1min，采样率不大于 50ms，畸变值取平均值。

对于光伏逆变器满足 NB/T 32004 型式试验 I 级的成套逆变装置，其在额定功率运行时需满足 5.4.4 的规定。

对于光伏逆变器满足 NB/T 32004 型式试验 II 级的成套逆变装置，其在 50%额定功率运行时需满足 5.4.4 的规定。

对于光伏逆变器满足 NB/T 32004 型式试验 III 级的成套逆变装置，其在 30%额定功率运行时需满足 5.4.4 的规定。

6.4.3.2 三相不平衡度

将成套装置启动并置于正常工作状态，测量成套装置输出端三相不平衡度。

对于设备供电引起的电压负序不平衡度测量值的 10min 方均根值的 95%概率大值，以及测量值中的最大值应不大于要求规定值。

三相不平衡度测量仪器应满足测量要求，仪器记录周期为 3s，按均方根取值。电压输入信号基波分量的每次测量取 10 个周波的间隔。对于离散采样的测量一起推荐按下式计算：

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \varepsilon_k^2} \quad (1)$$

式中：

ε_k ——在 3s 第 k 次测得的不平衡度；

m ——在 3s 内均匀间隔取值数 ($m \geq 6$)。

验证成套装置在不同工作状态下：30% P_N 、50% P_N 、75% P_N 、100% P_N 时三相不平衡度。

要求不平衡度均满足 5.4.3 的规定。

6.5 测控保护

测控保护要求如下：

- 通过 PC 机远程调节成套装置的各个设定值特性曲线等，能进行参数设定；
- 通过 PC 机读取成套装置的信息资源，如工作状态、故障状态、运行时间等；
- 通过 PC 机对成套装置发出指令，成套装置成功接收并能正确执行。

6.6 环境试验

6.6.1 高温工作试验

按 GB/T 2423.2 中“试验 B”进行。在试验温度为 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的条件下，成套装置应能够正常工作 2h。

6.6.2 低温工作试验

按 GB/T 2423.1 中“试验 A”进行。在试验温度为 $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的条件下，成套装置应能够正常工作 2h。

6.6.3 湿热试验

按 GB/T 2423.3 进行。产品在试验温度为 $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(90 \pm 3)\%$ 恒定湿热条件下，不通电，经受 48h 试验后，取出样品，在正常环境条件下恢复 2h 后，成套装置应能正常工作。

7 运输、包装和储存

7.1 运输和储存

成套装置包装运输应对电气绝缘部件采取防潮和防尘包装。对仪器仪表及电子插件或设备应密封包装单独装箱，并应有妥善的防振措施。所有包装材料要适宜于户外存储。

如温度和湿度超出 4.1 中的有关规定，制造商和用户应达成特殊协议。对于 50kg 以上的设备，包装或成套装置外壳上应给出设备重心的标识，便于运输和搬运。

7.2 安装

成套装置应按照制造商的说明书中规定的方法进行安装。

7.3 非正常使用、安装及运输条件

如产品的实际运输、安装和使用条件与本标准规定的条件不同，用户可与制造商协商解决。

8 试验规则

产品试验分为出厂试验和型式试验，试验项目列表见表 6。

表 6 出厂试验和型式试验的项目

序号	试验项目		试验要求	试验方法	出厂试验	型式试验
1	安全检查	标识耐久性试验	5.1	6.1.1		√
2		耐腐蚀试验	5.2.1.1	6.2.1		√
3		耐紫外线试验	5.2.1.1	6.2.2		√
4		外壳防护等级试验	5.2.1.4	6.2.3		√
5		散热系统失效试验	5.2.1.7	6.2.4		√
6		接线端子强度试验	5.2.2.7	6.2.5		√
7		机械强度试验	5.2.2.1	6.2.5.2		√
8		弯曲试验	5.2.1.3	6.2.5.3		√
9		拉出试验	5.2.1.3	6.2.5.4		√
10		继电保护装置检查	5.2.2.6	5.2.2.6		√
11		防雷检查	5.2.2.7	5.2.2.7		√
12		电击防护	5.3.2	6.3.1	√	√
13		500W 火焰试验	5.3.3	6.3.2		√
14		温升	5.3.4	6.3.3		√
15	性能指标与保护	额定输入、输出	5.4.1	6.4.1	√	√
16		转换效率	5.4.2	6.4.2	√	√
17		谐波和波形畸变	5.4.3	6.4.3.1		√
18		三相不平衡度	5.4.3	6.4.3.2		√

表 6（续）

序号	试验项目		试验要求	试验方法	出厂试验	型式试验
19	性能指标与保护	测控保护	5.5	6.5		√
20	环境要求	高温工作试验	5.6	6.6.1		√
21		低温工作试验	5.6	6.6.2		√
22		湿热试验	5.6	6.6.3		√

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
户外型光伏逆变成套装置技术规范
NB/T 10088—2018

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

*

2019年7月第一版 2019年7月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.25印张 33千字
印数 001—500册

*

统一书号 155198.1420 定价 19.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换

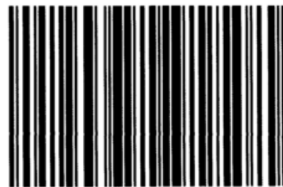


中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供最及时、最准确、最权威的电力标准信息



155198.1420