



中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 466—2015

建筑光伏系统 无逆流并网逆变装置

Building PV system—No reverse power flow
inverting device for grid connected

2015-01-20 发布

2015-07-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类和标记 2

5 一般要求 3

6 要求 3

7 试验方法 6

8 检验规则 9

9 标志、包装、运输和贮存..... 10

附录 A(规范性附录) 光伏电力优先输出和无逆流试验 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部建筑电气标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：西东控制集团(沈阳)有限公司。

本标准参加起草单位：国家电网许继电气股份有限公司、清华大学深圳研究生院、天津大学电气与自动化工程学院、东北大学信息科学与工程学院、英利能源(北京)有限公司、南京国网电瑞继保科技有限公司、南京智网新能源技术有限公司。

本标准主要起草人：刘叶冰、贾宁、顾欣欣、薄志谦、徐政、李斌、王旭、尹宝刚、周逢权、张青涛、王欣、邢岩。

建筑光伏系统 无逆流并网逆变装置

1 范围

本标准规定了无逆流并网逆变装置的术语和定义、分类和标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于工业与民用建筑光伏系统无逆流并网接入公共电网低压用户侧的逆变装置产品开发和生产。

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 3859.2—2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-2部分:应用导则 (IEC/TR 60146-1-2:2001,MOD)

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP代码)

GB 10963.2—2003 家用及类似场所用过电流保护断路器 第2部分:用于交流和直流的断路器

GB 14043.2—2003 低压开关设备和控制设备 第2部分:断路器

GB/T 14549—1993 电能质量 公用电网谐波

GB/T 15543—2003 电能质量 三相电压不平衡

GB/T 30427—2013 并网光伏发电专用逆变器技术要求和试验方法

GB 50065—2011 交流电气装置的接地设计规范

JB/T 4277—1996 电力半导体器件包装

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏系统 photovoltaic power system; PV system

包含单台或多台逆变装置和相关部件,以及具有一个公共连接点的包括光伏组件在内的系统。

3.2

建筑光伏系统 building photovoltaic power system; building PV system

安装或集成于建筑物上,参与向用电负荷供电的光伏系统。

3.3

并网逆变装置 grid-connected inverting device

将直流电变换成交流电并与公共电网连接实施相关控制的装置。

3.4

无逆流 no reverse power flow

不可逆流的光伏并网系统,即不向电网输送有功或无功电能。

3.5

模拟电网 simulated utility

用来模拟公共电网的测试装置,其电压和频率可调。

3.6

孤岛效应 islanding

电网失压时,光伏系统仍保持对失压电网中的某一部分线路继续供电的状态。

3.7

计划性孤岛效应 intentional islanding

按预先计划的控制策略,有计划地发生孤岛效应。

3.8

非计划性孤岛效应 unintentional islanding

非计划,不受控制地发生孤岛效应。

3.9

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,将造成不利影响,如可能危及电网线路维护人员和用户的安全、干扰电网的正常合闸、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。

4 分类和标记

4.1 分类

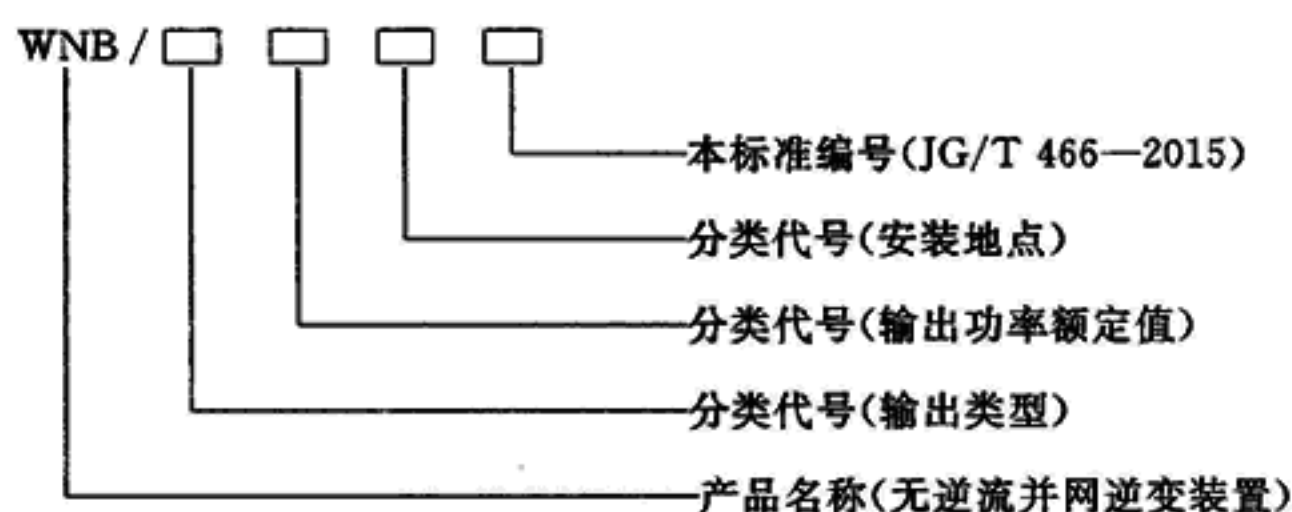
无逆流并网逆变装置(以下简称装置)按三种方式进行分类,其分类与代号见表1。

表1 分类与代号

分类		代号
输出类型	AC220V(单相)	D
	AC380V(三相)	S
输出功率 额定值	单相: $n=1\text{ kW}, 2\text{ kW}, 4\text{ kW}, 5\text{ kW}, 8\text{ kW}$	n
	三相: $n=10\text{ kW}, 20\text{ kW}, 30\text{ kW}, 50\text{ kW}, 100\text{ kW}, 200\text{ kW}, 300\text{ kW}$	
安装地点	室内	B
	室外	C
注:表中输出功率额定值为优先选用值,当用户需要其他额定值时可以协商确定。		

4.2 标记

装置的标记由产品名称、分类代号和标准编号构成,如下所示。



示例:

安装地点为室内、输出功率为 100 kW、输出类型为三相 AC380V 的无逆流并网逆变装置标记为:WNB/S100B
JG/T 466—2015。

5 一般要求

5.1 正常使用的环境条件

装置正常使用的环境条件应满足以下要求:

- 使用环境温度:室内型为 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$,室外型为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ (无阳光直射);相对湿度不大于 95%,无凝露;
- 海拔高度不大于 1 000 m;海拔高度大于 1 000 m 时,应按 GB/T 3859.2—2013 规定降额使用;
- 无剧烈震动冲击,垂直倾斜度不大于 5° ;
- 工作环境中应无导电爆炸尘埃,应无腐蚀金属和破坏绝缘的气体 and 蒸汽。

5.2 正常使用的电网条件

装置应能在下列公共电网条件下正常运行:

- 公用电网谐波电压不超过 GB/T 14549—1993 第 4 章的规定限值,即电压总谐波畸变率不大于 5%,奇次谐波电压含有率不大于 4%,偶次谐波电压含有率不大于 2%;
- 三相电压不平衡不超过 GB/T 15543—2008 的规定数值,允许值为 2%,短时不得超过 4%;
- 单相电压的允许偏差为额定电压的 $\pm 10\%$ 、 -15% ,三相电压的允许偏差为额定电压的 $\pm 10\%$,超出此范围时用户应与制造商协商;
- 频率的允许范围为 47 Hz~51.5 Hz,电网额定频率为 50 Hz。

5.3 特殊使用条件

如果装置在异于 5.1 和 5.2 规定的条件下使用,用户应在订货时提出,并与制造厂商协商。

5.4 组成

装置主要由箱体、逆变器、控制器、断路器等组成。

6 要求

6.1 箱体要求

6.1.1 机体和结构质量

箱体的机体和结构质量符合 GB/T 30427—2013 中 6.1 的要求。

6.1.2 密封性能

室内安装的箱体密封性能应满足 GB 4208—2008 中 IP20 级的要求,室外安装的箱体密封性能应满足 GB 4208—2008 中 IP54 级的要求。

6.1.3 接地

箱体应可靠接地,并应符合 GB 50065—2011 中 8.1.1 的规定。

6.2 逆变器的性能要求

6.2.1 逆变效率

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.2.1 的规定。

6.2.2 并网电流谐波

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.2.2 的规定。

6.2.3 直流分量

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.2.4 的规定。

6.3 噪声

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.2.5 的规定。

6.4 电磁兼容性

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.3 的规定。

6.5 保护功能

6.5.1 直流过电压保护

当装置的直流输入电压超过允许的直流输入电压范围时,装置应在 0.1 s 内自动关断直流输入,同时发出告警信号。直流侧恢复到允许范围后,装置应能正常工作。

6.5.2 交流过/欠压保护

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.4.1.1 的规定。

6.5.3 防反放电保护

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.4.2 的规定。

6.5.4 极性反接保护

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.4.3 的规定。

6.5.5 过载保护

当装置输入端的光伏方阵功率超过装置允许最大直流输入功率时,装置应自动限流工作在允许的最大直流输入功率范围内。恢复正常后装置应能正常工作。

6.5.6 防孤岛效应保护

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.4.1.3 的规定。

6.5.7 恢复并网

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.4.1.4 的规定。

6.6 绝缘耐压性

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.8 的规定。

6.7 环境要求

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.11 的规定。

6.8 温升

应符合 GB/T 30427—2013 中 6.12 的规定。

6.9 自动开/关机

装置应根据日出日落条件,实现自动开机与关机。

6.10 软启动

装置启动运行时,输出功率应缓慢增加,不对电网造成冲击。装置输出功率从启动至额定值的变化速率可设定且最大不超过 50 kW/s,或者装置输出电流从启动至额定值的过程中电流最大值不超过装置额定值的 110%。

6.11 输入要求

装置最大输入电流或输入功率要求不超过额定输入的 110%。

6.12 控制器的性能要求

6.12.1 控制器电源要求

直流电源电压范围 300 V~700 V,误差不超过±2%。

6.12.2 自身损耗

控制器在正常工作电压范围内的自身损耗不超过 100 W。

6.12.3 通电要求

控制器连接电源,应连续通电不少于 72 h,并应保证电路完好,无异常现象。

6.12.4 接地要求

控制器应与逆变器一起可靠接地,并应符合 GB 50065—2011 中 8.1.1 的规定。

6.13 通信

6.13.1 通信接口与协议

装置应设置本地通信接口。通信接口应确保其连接的有效性。通信接口宜选用 RS485 等常规接

口及 Modbus 等常规通信协议。

6.13.2 通信信息

正常运行情况下,装置提供的通信信息应至少包括:

- a) 装置的实时运行状态参数;
- b) 装置直流侧电流、电压;
- c) 装置交流侧电压、电流、频率、发电量。

6.14 光伏电力优先输出

在额定功率范围内,装置应具备根据负荷有功功率和无功功率的变化来控制光伏电力优先输出,即负荷优先使用光伏电力,电网电力作为补充。

6.15 光伏电力无逆流输出

在额定功率范围内,装置可根据负荷有功功率和无功功率的变化来控制光伏组件输出的有功功率和无功功率,使光伏电力不向电网逆向输出有功或无功电能。

6.16 断路器的选型要求

6.16.1 直流断路器

光伏直流断路器分为微型断路器、塑壳断路器或框架断路器,直流电流的大小决定采用不同类型的断路器。

6.16.2 交流断路器

应根据装置额定功率选择合适的交流断路器,包括类型、额定电流等相关技术要求应符合 GB 14048.2—2008 的要求。

7 试验方法

7.1 试验环境条件

除有特殊环境使用要求,装置应在以下环境条件下进行测量和试验:

- a) 温度:15℃~35℃;
- b) 相对湿度:45%~75%;
- c) 气压:86 kPa~106 kPa。

7.2 箱体检查

7.2.1 机体和结构质量

按 GB/T 30427—2013 中 7.3 的规定进行目检和操作试验。

7.2.2 密封性能

按 GB 4208—2008 的规定方法进行试验。

7.2.3 接地

测量电阻值应符合 6.1.3 的规定。

7.3 逆变器的性能要求

7.3.1 性能指标的试验平台

按 GB/T 30427—2013 中 7.4.1 的方法搭建试验平台。

7.3.2 逆变效率试验

按 GB/T 30427—2013 中 7.4.2 的方法进行试验。

7.3.3 并网电流谐波试验

按 GB/T 30427—2013 中 7.4.3 的方法进行试验。

7.3.4 直流分量试验

按 GB/T 30427—2013 中 7.4.5 的方法进行试验。

7.4 噪声试验

按 GB/T 30427—2013 中 7.4.6 的方法进行试验。

7.5 电磁兼容性试验

按 GB/T 30427—2013 中 7.5 的方法进行试验。

7.6 保护功能试验

7.6.1 直流过电压保护

当装置的直流输入电压超过额定直流输入电压最高值 10% 时,装置发出警示信号;在装置的直流输入电压超过额定直流输入电压最高值 20% 时,逆变装置应在 0.1 s 内自动关断直流输入,同时发出相应告警信号。

7.6.2 交流过/欠压保护

按 GB/T 30427—2013 中 7.6.1.1 的方法试验。

7.6.3 防反放电保护

按 GB/T 30427—2013 中 7.6.2 的方法试验。

7.6.4 极性反接保护

按 GB/T 30427—2013 中 7.6.3 的方法试验。

7.6.5 过载保护

按 GB/T 30427—2013 中 7.6.4 的方法试验。

7.6.6 防孤岛效应保护

按 GB/T 30427—2013 中 7.6.1.3 的方法试验。

7.6.7 恢复并网

按 GB/T 30427—2013 中 7.6.1.4 的方法试验。

7.7 绝缘耐压试验

按 GB/T 30427—2013 中 7.10 的方法试验。

7.8 环境试验

按 GB/T 30427—2013 中 7.13 的方法试验。

7.9 温升试验

按 GB/T 30427—2013 中 7.14 的方法试验。

7.10 自动开/关机试验

按 GB/T 30427—2013 中 7.8 的方法试验。

7.11 软启动

装置启动运行时,用电能质量分析仪或示波器记录装置功率变化曲线,按 6.10 的要求不能出现冲击现象。

7.12 输入要求

装置在输入电流或功率不超过额定输入的 110% 情况下可以正常工作。

7.13 控制器的性能试验

7.13.1 控制器电源要求

测量控制器直流电源的电压应满足 6.12.1 的要求。

7.13.2 自身损耗

测量控制器在正常工作电压范围内的自身损耗应满足 6.12.2 的要求。

7.13.3 通电要求

控制器加上电源,连续通电不少于 72 h 应满足 6.12.3 的要求。

7.13.4 接地要求

测量接地电阻值应符合 6.12.4 的规定。

7.14 通信

7.14.1 通信接口与协议

将 PC 的通讯接口与装置通讯接口相连,能够按约定协议接收和发送数据信息。

7.14.2 通信信息

正常运行情况下,装置提供的通信信息应符合 6.13.2 的规定。

7.15 光伏电力优先输出

装置应满足 6.14 的要求,试验方法应按 A.4 的规定方法进行。

7.16 光伏电力无逆流输出

装置应满足 6.15 的要求,试验方法应按 A.5 的规定方法进行。

7.17 断路器的选型

7.17.1 直流断路器

光伏直流断路器的选型按 GB 10963.2—2008 的规定进行。

7.17.2 交流断路器

交流断路器的选型应按 GB 14048.2—2008 的规定进行。

8 检验规则

8.1 出厂检验

8.1.1 装置应每台进行出厂检验,出厂检验项目见表 2。

8.1.2 每台被检验装置的各项性能指标检验全部符合规定时,判为合格。如果有不合格项目,经修复后重新检验,复检合格的判为合格,否则判为不合格。

8.2 型式检验

8.2.1 型式检验条件

当产品有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型时;
- b) 批量生产的产品每隔两年进行一次型式检验;
- c) 产品停产两年后恢复生产时;
- d) 正式生产后,结构、材料、工艺、控制程序有较大改变,足以影响产品性能时;
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

8.2.2 抽样方法及判定规则

进行型式检验时,应在经过出厂检验合格的产品中,随机抽取 2~3 台样品(该批产品不足 100 台时,抽取 2 台;该批产品大于 100 台时,抽取 3 台),检验中出现任何一项目不合格时,应查明原因,排除不合格项,重新全面检验。若再次出现不合格时,则判该批装置没有通过型式检验。

8.3 检验项目

装置检验项目见表 2。

表 2 装置检验项目

序号	测试项目	出厂检验	型式检验	要求	试验方法
1	机体和结构质量	√	√	6.1.1	7.2.1
2	密封性能		√	6.1.2	7.2.2
3	接地		√	6.1.3	7.2.3

表 2 (续)

序号	测试项目	出厂检验	型式检验	要求	试验方法
4	逆变效率	√		6.2.1	7.3.2
5	并网电流谐波	√	√	6.2.2	7.3.3
6	直流分量		√	6.2.3	7.3.4
7	噪声		√	6.3	7.4
8	电磁兼容性		√	6.4	7.5
9	直流过电压保护	√	√	6.5.1	7.6.1
10	交流过/欠电压保护	√	√	6.5.2	7.6.2
11	防反放电保护		√	6.5.3	7.6.3
12	极性反接保护		√	6.5.4	7.6.4
13	过载保护		√	6.5.5	7.6.5
14	防孤岛效应保护		√	6.5.6	7.6.6
15	恢复并网		√	6.5.7	7.6.7
16	绝缘耐压性		√	6.6	7.7
17	环境要求		√	6.7	7.8
18	温升		√	6.8	7.9
19	自动开/关机	√	√	6.9	7.10
20	软启动	√	√	6.10	7.11
21	输入要求		√	6.11	7.12
22	控制器电源要求		√	6.12.1	7.13.1
23	自身损耗		√	6.12.2	7.13.2
24	通电要求	√	√	6.12.3	7.13.3
25	接地要求		√	6.12.4	7.13.4
26	通信接口与协议	√	√	6.13.1	7.14.1
27	通信信息	√	√	6.13.2	7.14.2
28	光伏电力优先输出		√	6.14	7.15
29	光伏电力无逆流输出		√	6.15	7.16

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

装置应设有标牌,标牌的字迹应清晰、整齐,产品标牌应包括下列内容:

- 制造厂名;
- 产品名称;
- 产品型号和标记;
- 产品主要参数;

- 额定交流输出功率(kW);
 - 最大逆变效率(%);
 - 交流输出电压(V);
 - 交流输出电流(A);
 - 最大直流输入电压(V);
 - 最大直流输入电流(A);
 - 防护等级。
- e) 出厂日期和出厂编号。

9.2 包装

装置应采用外包装,装置外包装上应注明防震、防潮和禁止倒置的明显标志。包装应符合 JB/T 4277—1996 第 4 章的要求,包装箱内应随带下列文件:

- a) 产品合格证;
- b) 安装说明书;
- c) 使用说明书;
- d) 保修卡;
- e) 各附件清单;
- f) 装箱单。

9.3 运输

在运输过程中,装置禁止倒置、倾斜放置,应避免剧烈震动、碰撞、跌落、雨雪的直接淋袭和日光的曝晒。

9.4 贮存

装置应贮存在通风良好、干燥、无腐蚀性气体、无导电尘埃的室内。贮存温度 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于 85%。

附 录 A
(规范性附录)

光伏电力优先输出和无逆流试验

A.1 测试设备的技术要求

测试和试验设备应有一定的标度分辨率,使所取得的数值等于或高于被测量准确度等级的 1/5,基本误差不应大于被测量准确度等级的 1/4。

A.1.1 公共电网应符合以下要求:

- a) 谐波应小于电能质量系列标准规定的谐波允许值的 50%;
- b) 在测试和试验过程中,电网的稳态电压变化幅度不得超过正常电压的 $\pm 1\%$;
- c) 电压偏差应小于标称电压的 $\pm 3\%$;
- d) 频率偏差应小于 ± 0.01 Hz;
- e) 三相电压不平衡度应小于 1%,相位偏差应小于 $\pm 3^\circ$ 。

A.1.2 直流输入源应符合以下要求:

- a) 被测装置的直流输入源应为光伏方阵模拟器或直流可调稳压电源,应至少能提供被测装置最大直流输入功率的 1.5 倍;
- b) 输出电压应与被测装置直流输入电压的工作范围相匹配,精度 0.1 V,试验期间输出电压波动的大小不超过 $\pm 5\%$;
- c) 电流连续可调,精度 0.1 A。

A.1.3 双向电能表应符合以下要求:

- a) 测量精度不低于 0.5 S 级;
- b) 容量满足被测设备要求。

A.1.4 功率计 M1 和 M2 应符合以下要求:

- a) 交流电压量程 600 V,分辨率 0.1 V;
- b) 交流电流量程不低于 400 A,分辨率 0.1 A;
- c) 有功功率分辨率:当测量值小于 100 kW 时,为 0.01 kW;当测量值大于或等于 100 kW 时,为 0.1 kW;
- d) 无功功率分辨率:当测量值小于 100 kvar 时,为 0.01 kvar;当测量值大于或等于 100 kvar 时,为 0.1 kvar;
- e) 功率因数量程 0.3~1,分辨率 0.001。

A.1.5 负荷应符合以下要求:

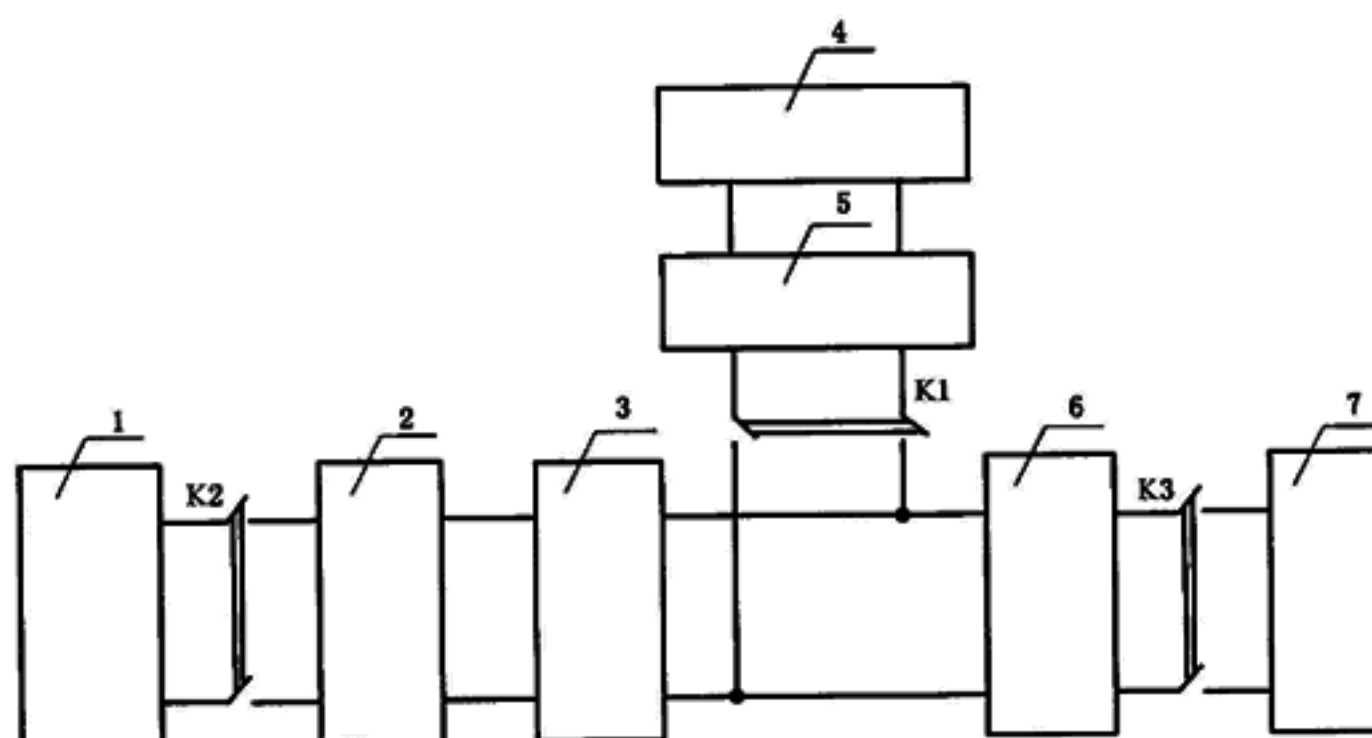
- a) 负荷为 R、L 可调负荷,容量不小于被测逆变装置额定容量的 1.5 倍;
- b) 调节精度 0.1 kW 和 0.1 kVar;
- c) 负荷功率因数调节范围满足 0.5~1,调节精度 0.1。

A.2 试验环境

试验在符合 7.1 的环境条件下进行。

A.3 试验参考电路

试验参考电路如图 A.1 所示。



说明：

- 1——直流输入源；
- 2——被测装置；
- 3——功率计 M1；
- 4——公共电网；
- 5——双向电能表 E1；
- 6——功率计 M2；
- 7——负荷。

注：K1 为网侧断路器；K2 为直流侧断路器；K3 为负荷侧断路器。

图 A.1 试验参考电路

A.4 光伏电力优先输出试验

测试装置的光伏优先输出性能。

- a) 按图 A 试验参考电路将被测设备和试验仪器仪表连接可靠；
- b) 调节 RL 负荷功率因数在 0.6~1 范围，调节负荷功率为被测装置额定功率的 1.5 倍；
- c) 接通负荷开关 K3；
- d) 接通交流网侧开关 K1，观测双向电能表 E1 正向功率读数，应为当前所投负荷的功率值；
- e) 将直流输入源电压值设置在被测装置额定输入电压范围内，调节直流输入源的电流值，使其直流功率设置在额定功率，接通直流开关 K2；
- f) 观测双向电能表 E1 正向功率读数，应逐渐下降，观测功率计 M1 的读数应等值递增，直到装置达到额定功率后数据相对稳定；
- g) 观测各表功率数据，应有 $E1 + M1 = M2$ ，误差不超过 0.1；
- h) 重复试验 3 次（每次可变换不同的负荷功率因数），测试结果应一致，说明负荷优先使用了光伏电力，不足的负荷功率由公共电网电力补充。

A.5 光伏电力无逆流输出试验

A.5.1 测试装置的光伏电力不向电网输出有功逆流性能:

- a) 调节 RL 负荷为纯阻性负荷,使阻性功率为被测装置额定功率的 1.5 倍;
- b) 按 A.4 试验从 c) 进行到 f) 步骤,即等功率值增长稳定;
- c) 缓慢降低负荷功率(如按 1 kW/10 s)直至零,观测双向电能表 E1 正向有功相应减少,而负向有功始终为零;
- d) 重复试验 3 次,测试结果应一致,说明光伏电力根据负荷功率调节输出,不向公共电网输出有功逆流。

A.5.2 测试装置的光伏不向电网输出无功逆流性能:

- a) 调节 RL 负荷功率为被测装置额定功率的 1.5 倍,且使功率因数范围在 0.6~1 间的某个值;
 - b) 按 A.4 试验从 c) 进行到 f) 步骤,即等功率值增长稳定;
 - c) 保持一定功率因数缓慢降低负荷功率(如按 1 kW/10 s)直至零,观测双向电能表 E1 正向有功和正向无功相应变化,而负向有功和负向无功始终为零;
 - d) 重复试验 5 次,每次更换不同的负荷功率因数,测试结果应一致,说明光伏电力可根据负荷的功率因数调节有功和无功输出,不向公共电网输出逆流。
-

中华人民共和国建筑工业
行 业 标 准
建筑光伏系统 无逆流并网逆变装置
JG/T 466—2015

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 32 千字
2015年5月第一版 2015年5月第一次印刷

*

书号: 155066·2-28717 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



JG/T 466-2015