|  |  |
| --- | --- |
| **ICS** | XX XXX |
| **CCS** | X XXX |
|  |  |
|  |
|  |
|  |
| 团 体 标 准 |
|  |
|  |  |  |  |
|  |  | **T/DZJN** XXX－20XX |  |
|  |  |  |  |
|  |
|  |
| 光伏并网逆变器能效测试技术规范 |
| **Technical Specification for Energy Efficiency Testing of Photovoltaic Grid-connected Inverters****（征求意见稿）** |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
| 20XX-XX-XX发布 |  | 20XX-XX-XX实施 |
|  |
| 中国电子节能技术协会 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 总体原则和要求 2

4.1 总体原则 2

4.2 总体要求 3

5 测量仪表及读数要求 3

6 检测框图 3

7 测试项目与测试方法 4

7.1 静态MPPT效率检测 4

7.2 动态MPPT效率检测 5

7.3 转换效率 8

7.4 总效率 9

7.5 平均加权总效率 9

7.6 中国效率 10

8 效率要求 10

9 评价报告 11

附录A（资料性）我国太阳能资源分布特征 12

|  |
| --- |
|  |
| 前 言 |
|  |

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由中国电子节能技术协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

|  |
| --- |
| 光伏并网逆变器能效测试技术规范 |

* 1. 范围

本文件规定了光伏并网逆变器在能效测试中的技术要求和方法，包括总体原则和要求、测量仪表及读数要求、检测框图、测试项目及测试方法、效率要求和评价报告。

本文件适用于并网型光伏逆变器，为实验室测试运行条件下的能效评估。

* 1. 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 20840.2 互感器 第2部分：电流互感器的补充要求

GB 20840.3 互感器 第3部分：电磁式电压互感器的补充技术要求

GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

GB/T 19964 光伏发电站接入电力系统技术规定

GB/T 30427 并网光伏发电专用逆变器技术要求和试验方法

GB/T 37409 光伏发电并网逆变器检测技术规范

NB/T 32004 光伏发电专用逆变器技术规范

NB/T 32008 光伏发电站逆变器电能质量检测技术规程

NB/T 32032 光伏发电站逆变器效率检测技术要求

CNCACTS 0002 光伏并网逆变器中国效率技术条件

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

GB/T 19964、GB/T 32008、GB/T 30427、NB/T 32004、NB/T 32032、CNCACTS 0002界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

## 光伏并网逆变器 photovoltaic grid-connected inverter

将太阳电池发出的直流电变换成交流电后馈入电网的电气设备。

3.2

## 电网模拟器 a.c. utility simulator

用来模拟公共电网特性的装置，其电压和频率可调。

3.3

## 光伏方阵模拟器 photovoltaic array simulator

用来模拟太阳能电池板阵列静态和动态电流、电压特性的功率源。

3.4

## 太阳辐照度 solar global irradiance

入射于水平表面单位面积上的全部太阳辐射通量(W/m2)。

3.5

## 标准测试条件 standard test conditions；STC

辐照度为1000W/m2，光谱分布为AM1.5，组件温度为25℃，相对湿度≤90%，海拔高度不超过2000m，大气压强为86 kPa~106 kPa的测试工况。

3.6

## 最大功率点 maximum power point；MPP

光伏组件在特定光照、温度等条件下能达到的最大功率输出点。

3.7

## 最大功率点跟踪 maximum power point tracking；MPPT

对因光伏方阵表面温度变化和太阳辐照度变化而产生的输出电压与电流的变化进行跟踪控制，使方阵一直保持在最大输出工作状态，以获得最大的功率输出的自动调整行为。

3.8

## 静态MPPT效率 static maximum power point tracking efficiency(*η*MPPTstat )

在辐照强度恒定工况下，在一定的测量周期内被测光伏并网逆变器直流侧输入的电能与光伏方阵模拟器理论上在最大功率点提供直流电能的比值。

3.9

## 动态MPPT效率 dynamic maximum power point tracking efficiency (*η*MPPTdyn )

在辐照强度变化工况下，在一定的测量周期内被测光伏并网逆变器直流侧输入的电能与光伏方阵模拟器理论上在最大功率点提供直流电能的比值。

3.10

## 转换效率 conversion efficiency (*η*conv )

在规定的测试周期时间内，由逆变器在交流端口输出的电能与在直流端口输入的电能的比值。

3.11

## 总效率 total efficiency (*η*t )

在规定的测量周期内，逆变器在交流端口输出的电能与理论上光伏阵列模拟器（或光伏电池阵列）在该段时间内提供的电能的比值。

3.12

## 加权总效率 weighted overall efficiency（*η*weighted ）

在给定直流输入电压下，逆变器在规定的不同负载点下的加权效率之和，其权重系数由所在地区日照资源特点而确定。

3.13

## 中国效率（*η*CN ）

逆变器不同输入电压下反应中国日照资源特征加权总效率的平均值称为平均加权总效率，中国效率。

* 1. 总体原则和要求
		1. 总体原则
			1. 本文件旨在建立统一的光伏并网逆变器能效测试方法，保障测试结果的科学性、公正性和可比性。
			2. 测试过程中应严格遵循标准测试环境、测试设备精度等级及校准规范，确保数据可靠性。
			3. 测试评价指标应能够客观反映光伏并网逆变器的能效性能，并为行业产品选型、性能改进提供依据。
		2. 总体要求
			1. 光伏并网逆变器能效测试前，应收集光伏并网逆变器资料、编制测试方案，并搭建测试平台。
			2. 光伏并网逆变器能效测试作业人员和现场作业安全要求应符合GB 26860的规定。
			3. 光伏发电站逆变器效率的检测内容应包括：静态MPPT效率、动态MPPT效率、转换效率和总效率。
			4. 逆变器的输入电能测试，在逆变器直流端口处进行。
			5. 逆变器的输出电能测试，在逆变器交流端口处进行。
			6. 光伏并网逆变器能效测试完成后，应出具检测报告。检测报告应包括测试时间、测试条件、测试设备、测试过程和测试结论等。
	2. 测量仪表及读数要求

5.1 测量仪表的准确度应符合表1的规定，测量仪表还需具有连续数据记录功能。

表1 测量仪表及准确度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪表类别 | 电功率表或电能表 | 电压表 | 电流表 | 电压或电流互感器 |
| 准确度% | ≤0.2 | ≤0.2 | ≤0.2 | ≤0.2 |

5.2 各种测量仪表应符合国家相关产品标准，并在检定有效期内。

5.3 电压互感器应满足GB 20840.3的要求，电流互感器应满足GB 20840.2的要求。

5.4 光伏方阵模拟器能模拟典型光伏I-V特性曲线，满足GB/T 37409的要求，并具备MPP跟踪功能，电压输出范围应覆盖被测逆变器最大输入电压范围，电压、电流准确度不低于±0.5%，动态响应时间小于10ms，输出稳定性良好，纹波电压应不超过1%，支持设定STC（1000W/m2，AM1.5，25℃）条件及其他可变环境模拟力。

5.5 电网模拟器能提供稳定、可调的工频正弦电压，频率控制范围为45Hz~55Hz，电压范围覆盖被测逆变器输出电压，精度不超过±1%，频率误差不超过±0.1Hz，波形总谐波畸变率应不超过1%，功率容量应不低于被测逆变器的额定输出功率。

5.6 同一工况下电压、电流、功率及电能等被测量参数应同时、连续地进行读数或记录，每种被测量参数应重复获取三组以上的数据，以各组数据的平均值作为计算值。

* 1. 检测框图

光伏并网逆变器效率应按照图1进行检测。



图1 光伏并网逆变器效率检测框图

* 1. 测试项目与测试方法
		1. 静态MPPT效率检测

检测条件

1. 静态MPPT效率，应在标准测试条件下进行；
2. 逆变器具有多个输入端口时，每个输入端口参数配置应与逆变器使用说明书要求一致；除非逆变器使用说明书另作要求，否则光伏模拟器输出功率应平均分配到每个输入端口；
3. 多路MPPT输入逆变器需测试所有独立MPPT通道的效率，在满足各MPPT通道拓扑结构一致、控制策略相同、运行相互独立等条件下，可选取其中一路MPPT在满载功率条件下进行效率测试，该测试结果可作为整机效率的代表性参考值；
4. 静态MPPT效率检测应符合表2的要求；
5. 静态MPPT效率的检测应与转换效率的检测同时进行。

表2 静态MPPT效率检测要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 光伏方阵模拟器MPP电压 | 模拟I-U特性曲线 | 光伏方阵模拟器MPP功率与被测逆变器额定直流功率之比 |
| 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0.50 | 0.75 | 1.00 |
| *U*MPPmax(0.8*U*DCmax) a | 晶硅组件 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.95Δ*U*1b |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.10Δ*U*1 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.05Δ*U*1 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmax(0.7*U*DCmax) c | 薄膜组件e |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.95Δ*U*2d |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.10Δ*U*2 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.05Δ*U*2 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmax |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmax 为光伏并网逆变器在MPPT工况下可输出额定功率的直流侧最大电压值；*U*MPPmin为光伏并网逆变器在MPPT工况下可输出额定功率的直流侧最大电压值；*U*DCmax为光伏并网逆变器直流输入侧能承受的最大电压值；a 在*U*MPPmax和0.8*U*DCmax两者之间选取最小值；b Δ*U*1为 *U*MPPmax和0.8*U*DCmax两者选取最小值与*U*MPPmin之间的差额；c 在 *U*MPPmax和0.7*U*DCmax两者之间选取最小值；d Δ*U*2为 *U*MPPmax和 0.7*U*DCmax两者选取最小值与*U*MPPmin之间的差额；e 如被测逆变器不适用薄膜组件，这些测量点可不测量。 |

检测方法

1. 按照图1连接光伏方阵模拟器、被测光伏并网逆变器以及相关的测量设备；
2. 根据7.1.1规定的检测条件调节光伏方阵模拟器来模拟光伏方阵的I-U输出特性；
3. 被测逆变器输出稳定后，测量输入电压和输入电流，测量时间为3min；
4. 应在测试报告中记录被测逆变器稳定时间，当被测逆变器在MPPT模式下无法稳定运行，应至少等待5min再进行测量。

数据计算与评估

利用公式（1）计算静态MPPT效率$η\_{MPPTstat}$并将结果填入检测报告，根据检测结果绘制被测设备的静态MPPT效率分布等值线图。被测设备设置的修改、测量中异常现象和测量步骤的更改都应记录在检测报告中。

$η\_{MPPTstat}=\frac{\sum\_{i=1}^{n}(U\_{DC,i}×I\_{DC,i})×ΔT}{P\_{MPP\\_PVS}×T\_{M}}$ (1)

式中：

*η*MPPTstat ——静态MPPT效率；

*n* ——采样数据点总数，取 3min内的采样点个数；

*U*DC,i ——直流输入电压的瞬时值，V；

*I*DC,i ——直流输入电流的瞬时值，A；

Δ*T* ——采样周期，不应大于100ms，s；

*P*MPP\_PVS ——光伏方阵模拟器实际能输出的 MPP 功率，W；

*T*M ——检测时间，*T*M*=n×*Δ*T*，s。

* + 1. 动态MPPT效率检测

检测条件

1. 调节光伏方阵模拟器输出曲线参数，使辐照度G=1000W/m2工况下对应的等于被测设备 额定输入功率*P* DC，使*U* MPP对应被测设备额定输入电压，环境温度波动应不超过±2℃。
2. 被测逆变器具有多个直流输入端口时，每个输入端口参数配置应与逆变器使用说明书要求一致。除非逆变器使用说明书另作要求，光伏方阵模拟器输出功率应平均分配到每个输入端口。
3. 光伏方阵模拟器辐照度参数变化曲线应满足图2的要求，光伏方阵模拟器的输出特性参数应符合NB/T 32032的规定。



**注**：*t*1与*t*2的时间间隔为辐照度上升时间；*t*3与*t*4的时间间隔为辐照度下降时间；*t*2与*t*3的时间间隔为辐照度峰值保持时间；*t*4与*t*5的时间间隔为辐照度谷值保持时间。

图2 动态 MPPT 辐照度波动曲线

检测步骤

* + - * 1. 低辐照度检测
1. 低辐照度检测，应在标准测试条件下进行；
2. 按照图1连接光伏方阵模拟器、逆变器以及相关的检测设备；
3. 待被测逆变器输出稳定后，调节光伏方阵模拟器辐照度参数按照图2曲线变化并记录输入电压和输入电流，图中参数应满足表3的要求；
4. 应在测试报告中记录被测逆变器稳定时间，若被测逆变器在MPPT模式下无法稳定运行，应至少等待5min再进行测量。

表3 低辐照度动态MPPT检测

|  |
| --- |
| 辐照度变化量：100 W/m²- 500 W/m² |
| 测试序列 | 循环次数 | 变化速率W/(m2·s) | 上升时间(s) | 峰值保持时间 (s) | 下降时间(s) | 谷值保持时间 (s) |
| 1 | 2 | 0.5 | 800 | 10 | 800 | 10 |
| 2 | 2 | 1 | 400 | 10 | 400 | 10 |
| 3 | 3 | 2 | 200 | 10 | 200 | 10 |
| 4 | 4 | 3 | 133 | 10 | 133 | 10 |
| 5 | 6 | 5 | 80 | 10 | 80 | 10 |
| 6 | 8 | 7 | 57 | 10 | 57 | 10 |
| 7 | 10 | 10 | 40 | 10 | 40 | 10 |
| 8 | 10 | 14 | 29 | 10 | 29 | 10 |
| 9 | 10 | 20 | 20 | 10 | 20 | 10 |
| 10 | 10 | 30 | 13 | 10 | 13 | 10 |
| 11 | 10 | 50 | 8 | 10 | 8 | 10 |

* + - * 1. 高辐照度检测
1. 高辐照度检测，应在标准测试条件下进行；
2. 按照图1连接光伏方阵模拟器、逆变器以及相关的检测设备；
3. 被测设备输出稳定后，调节光伏方阵模拟器辐照度参数按照图2曲线变化并记录输入电压、输入电流，图中参数应满足表4的要求；
4. 检测时应在测试报告中记录被测逆变器稳定时间，若被测逆变器在MPPT模式下无法稳定运行时，应至少等待5min再进行测量。

表 4 高辐照度动态MPPT检测

|  |
| --- |
| 辐照度变化量：300 W/m²- 1000 W/m² |
| 测试序列 | 循环次数 | 变化速率W/(m2·s) | 上升时间(s) | 峰值保持时间 (s) | 下降时间(s) | 谷值保持时间 (s) |
| 1 | 10 | 10 | 70 | 10 | 70 | 10 |
| 2 | 10 | 14 | 50 | 10 | 50 | 10 |
| 3 | 10 | 20 | 35 | 10 | 35 | 10 |
| 4 | 10 | 30 | 23 | 10 | 23 | 10 |
| 5 | 10 | 50 | 14 | 10 | 14 | 10 |
| 6 | 10 | 100 | 7 | 10 | 7 | 10 |

* + - * 1. 启动与停机检测
1. 按照图1连接光伏方阵模拟器、逆变器及相关的检测设备；
2. 在被测设备已停机至少5min的工况下，调节光伏方阵模拟器辐照度按照图2曲线变化，图中的参数满足表5的要求；
3. 记录被测光伏并网逆变器的启停机次数，记录启动和停机时的辐照度、输入电压值和输入电流值。

表 5 启动与停机检测

|  |
| --- |
| 辐照度变换量：2W/m2~100W/m2 |
| 变化速率W/(m2• s) | 上升时间 (s) | 峰值保持时间 (s) | 下降时间 (s) | 谷值保持时间 (s) |
| 0.1 | 980 | 30 | 980 | 30 |

数据计算与评估

利用公式（2）计算单次动态MPPT效率$η\_{MPPTdyn, j}$，利用公式（3）计算整体动态MPPT效率$η\_{MPPTdyn}$。

 $η\_{MPPTdyn, j}=\frac{\sum\_{i=1}^{n}(U\_{DC,i }∙ I\_{DC,i})∙ΔT\_{i}}{\sum\_{j=1}^{m} P\_{MPP\\_PVS, j}∙ΔT\_{j}}$ (2)

式中：

*η*MPPTdyn, j——单次动态MPPT效率；

*n* ——采样数据点总数，取 3min内的采样点个数；

*U*DC,i ——直流输入电压的瞬时值，V；

*I*DC,i ——直流输入电流的瞬时值，A；

Δ*T*i ——采样周期，不应大于100ms，s；

*m* ——光伏方阵模拟器输出曲线簇包含I−U特性曲线的数量，取 3min内的采样点个数；

Δ*T*j ——光伏方阵模拟器每条I−U特性曲线的持续时间，s；

*P*MPP\_PVS, j ——光伏仿真模拟器每条I−U特性曲线的最大功率值，W。

$η\_{MPPTdyn}=\frac{1}{N}\sum\_{j=1}^{N}η\_{MPPTdyn, j}$ (3)

式中：

*η*MPPTdyn ——整体动态MPPT效率；

*N* ——测试序列数量；

*η*MPPTdyn, j——测试序列中第j次的动态MPPT效率。

* + 1. 转换效率

检测条件

1. 转换效率检测应在被测设备热稳定后进行，转换效率的检测应符合表6的要求；
2. 被测逆变器具有多个直流输入端口时，则每个输入端口参数配置应与制造商的要求一致，除非制造商另行规定，光伏方阵模拟器输出功率应平均分配到每一个输入端口；
3. 转换效率的检测宜与静态MPPT效率的检测同时进行。

表 6 转换效率检测要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 光伏方阵模拟器MPP电压 | 模拟I-U特性曲线 | 被测逆变器输入直流功率与额定交流功率之比 |
| 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0.50 | 0.75 | 1.00 |
| *U*MPPmax(0.8*U*DCmax) a | 晶硅组件 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.95Δ*U*1b |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.10Δ*U*1 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.05Δ*U*1 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmax(0.7*U*DCmax) c | 薄膜组件e |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.95Δ*U*2d |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.10Δ*U*2 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmin+0.05Δ*U*2 |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmax |  |  |  |  |  |  |  |
| *U*MPPmax 为光伏并网逆变器在MPPT工况下可输出额定功率的直流侧最大电压值；*U*MPPmin为光伏并网逆变器在MPPT工况下可输出额定功率的直流侧最大电压值；*U*DCmax为光伏并网逆变器直流输入侧能承受的最大电压值；a 在*U*MPPmax和0.8*U*DCmax两者之间选取最小值；b Δ*U*1为 *U*MPPmax和0.8*U*DCmax两者选取最小值与*U*MPPmin之间的差额；c 在 *U*MPPmax和0.7*U*DCmax两者之间选取最小值；d Δ*U*2为 *U*MPPmax和 0.7*U*DCmax两者选取最小值与*U*MPPmin之间的差额；e 如被测逆变器不适用薄膜组件，这些测量点可不测量。 |

检测步骤

1. 调节光伏方阵模拟器的输出特性，按照图1连接光伏方阵模拟器、被测逆变器以及相关的检测设备；
2. 被测逆变器输出稳定后，记录光伏并网逆变器的直流输入电压、直流输入电流、交流输出电压和交流输出电流，记录时间为3min；
3. 应在测试报告中记录被测逆变器稳定时间，被测逆变器在MPPT模式下无法稳定运行，应至少等待5min再进行测量。

数据计算与评估

利用公式（4）计算转换效率*η*conv并将结果填入检测报告，根据检测结果绘制被测设备的转换效率分布等值线图。被测设备内部设置的修改、测量中异常现象和测量步骤的更改都应记录在检测报告中。

$η\_{conv}=\frac{\sum\_{i=1}^{n}U\_{AC,i }∙ I\_{AC,i} ∙ ΔT\_{i}}{\sum\_{j=1}^{m}U\_{DC, j }∙ I\_{DC, j} ∙ ΔT\_{j}}$ (4)

式中：

*η*conv ——转换效率；

*n* ——交流侧采样点总数，取3min内的采样点总数；

*U*AC,i ——交流输出电压的瞬时值，V；

*I*AC,i ——交流输出电流的瞬时值，A；

Δ*T*i ——交流侧采样周期，不应大于100ms，s；

 *m* ——直流侧采样点总数，取3min内的采样点总数；

*U*DC*,* j ——直流输入电压瞬时值，V；

*I*DC*,* j ——直流输入电压瞬时值，A；

Δ*T*j ——直流侧采样周期，不应大于100ms，s。

* + 1. 总效率

设备总效率*η*t可利用静态MPPT效率*η*MPPTstat和转换效率*η*conv的乘积计算，见公式（5）。

*η*t＝*η*conv·*η*MPPTstat (5)

式中：

*η*t ——总效率；

*η*conv ——转换效率；

*η*MPPT stat ——静态MPPT效率。

* + 1. 平均加权总效率

平均加权总效率*η*t\_ave是根据被测光伏并网逆变器使用地区辐照度的情况，对其运行的效率进行综合评估。评估综合效率的方法见公式（6）、公式（7），参照 NB-T 32032，中国各地区光伏并网逆变器加权效率的权重系数加权因子的系数参见表 7。

$η\_{t\\_ave}=\frac{η\_{t\\_1}+η\_{t\\_2}+η\_{t\\_3}+η\_{t\\_4}+η\_{t\\_5}+\cdots +η\_{t\\_n}}{n}$ (6)

*η*weighted＝*k*1·*η*t\_ave1＋*k*2·*η*t\_ave2＋*k*3·*η*t\_ave3＋*k*4·*η*t\_ave4＋*k*5·*η*t\_ave5＋*k*6·*η*t\_ave6 (7)

式中：

*η*t\_ave ——同一MPP功率下计算所得的平均效率；

*η*t\_i ——同一MPP功率、不同直流输入电压下计算所得总效率；

*η*weighted ——综合效率；

*k*i ——加权因子；

*η*t\_ave*i* ——各MPP功率下的计算所得的平均效率。

表7 中国各地区光伏并网逆变器加权效率的权重系数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 逆变器负载率 | 0.05 | 0.10 | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1.00 |
| 权重系数 | *k*1 | *k*2 | *k*3 | *k*4 | *k*5 | *k*6 |
| 加权值 | I类地区 | 0.01 | 0.03 | 0.12 | 0.35 | 0.42 | 0.08 |
| Ⅱ类地区 | 0.01 | 0.04 | 0.16 | 0.42 | 0.34 | 0.05 |
| Ⅲ类地区 | 0.02 | 0.06 | 0.21 | 0.41 | 0.28 | 0.02 |
| Ⅳ类地区 | 0.04 | 0.07 | 0.25 | 0.41 | 0.22 | 0.02 |

**注：**对于每类地区包含的具体区域，请参考附录内容。

* + 1. 中国效率

中国效率*η*CN为逆变器不同输入电压下反应中国日照资源特征加权总效率的平均值，其计算公式见公式（8）加权因子的系数参见表8。

*η*CN＝*k*1·*η*t\_ave1＋*k*2·*η*t\_ave2＋*k*3·*η*t\_ave3＋*k*4·*η*t\_ave4＋*k*5·*η*t\_ave5＋*k*6·*η*t\_ave6＋*k*7·*η*t\_ave7 (8)

式中：

*η*CN ——中国效率；

*k*i ——加权因子；

*η*t\_avei ——各MPP功率下的计算所得的平均效率。

表8 中国太阳能资源区光伏并网逆变器加权系数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 逆变器负载率 | 0.05 | 0.10 | 0.25 | 0.3 | 0.50 | 0.75 | 1.00 |
| 权重系数 | *k*1 | *k*2 | *k*3 | *k*4 | *k*5 | *k*6 | *k*7 |
| 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.12 | 0.25 | 0.37 | 0.15 |

* 1. 效率要求

对于逆变器，决定其电流转换的效率包括动态MPPT效率、静态MPPT效率和转换效率。要求测试计算所得的动态MPPT效率不应低于90%，静态MPPT效率不应低于99%。逆变器的最大效率*η*max（*η*max＝max{*η*t}）和中国效率*η*CN不应低于表9的要求。转换效率包含了所有辅助电源及控制用电损耗。对于外接独立专用隔离变压器的逆变器，可不带变压器按非隔离型逆变器转换效率限值进行考核；也可以带隔离变压器按隔离型逆变器转换效率限值进行考核，其损耗含隔离变压器的损耗。预装式光伏并网逆变装置的转换效率限值可以参照隔离型逆变器限值，需要含隔离变压器的损耗。

表9逆变器最大效率和中国效率限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 功率*P*(kW) | 三相 | 单相 |
| 非隔离型 | 隔离型 | 非隔离型 | 隔离型 |
| *η*max | *η*CN | *η*max | *η*CN | *η*max | *η*CN | *η*max | *η*CN |
| *P*≤8 | 96.50% | 96.00% | 95.50% | 95.00% | 96.50% | 96.00% | 95.50% | 95.00% |
| 8＜*P*≤20 | 97.50% | 97.00% | 95.50% | 95.00% | - | - | - | - |
| *P*＞20 | 98.50% | 98.00% | 96.50% | 96.00% | - | - | - | - |

* 1. 评价报告

9.1 光伏并网逆变器能效测试报告应包含以下基本信息：逆变器型号、制造商、测试日期、环境条件、测试人员资质信息和测试仪器设备编号及校准情况。

9.2 光伏并网逆变器能效测试报告应包含各负载点的输入/输出功率、效率值，动态响应曲线（时间-功率、效率变化）。

9.3 光伏并网逆变器能效测试报告应包含结论判定：是否符合标准限值。

1.

(资料性)

我国太阳能资源分布特征

Ⅰ 资源丰富带：＞6700MJ/(m2·a)；

Ⅱ 资源较富带：5400MJ/(m2·a)~6700MJ/(m2·a)；

Ⅲ 资源一般带：4200MJ/(m2·a)~5400MJ/(m2·a)；

Ⅳ 资源贫乏带：＜4200MJ/(m2·a)。

I类地区

全年日照时数为3200小时~3300小时，辐射量在(670~837)×104kJ/(cm2·a)。主要包括青藏高原、甘肃北部、宁夏北部和新疆南部等地。

Ⅱ类地区

全年日照时数为 3000小时~3200小时，辐射量在(586~670)×104kJ/(cm2·a)。主要包括河北西北部山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部和新疆南部等地。

Ⅲ类地区

全年日照时数为2200小时~3000小时，辐射量在(502~586)×104kJ/(cm2·a)。主要包括山东、河南河北东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西北部、甘肃东南部、广东南部、福建南部、江苏北部和安徽北部等地。

Ⅳ类地区

全年日照时数为1400小时~2200小时，辐射量在(419~502)×104kJ/(cm2·a)。主要是长江中下游福建、浙江和广东的一部分地区。