

团 体 标 准

T/CPIA 0050—2023 T/CSTE 0215—2023

质量分级及“领跑者”评价要求 光伏并网逆变器

Assessment requirements for quality grading and forerunner—Utility-interconnected photovoltaic inverters

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

2023 - 10 - 15 发布

2023 - 10 - 30 实施

中国光伏行业协会
中国技术经济学会

发布

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》和 T/CAQP 015—2020、T/ESF 0001—2020《“领跑者”标准编制通则》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。

本文件由中国电子技术标准化研究院和企业标准“领跑者”工作委员会提出。

本文件由中国光伏行业协会标准化技术委员会、中国技术经济学会归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、阳光电源股份有限公司、华为数字能源技术有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、北京动力源科技股份有限公司。

本文件主要起草人：陈晓达、黄晓阁、曹雪原、刘云峰、朱军卫、王婷、张冬生。

CPIA

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

质量分级及“领跑者”评价要求 光伏并网逆变器

1 范围

本文件规定了光伏并网逆变器产品质量及企业标准水平评价的基本要求、评价指标及要求、评价方法及等级划分和产品质量分级。

本文件适用于光伏并网逆变器产品质量和企业标准水平评价，相关机构开展质量分级和企业标准水平评估、“领跑者”产品评价以及相关认证或评价时可参照使用，相关企业在制定企业标准时也可参照本文件。本文件规定光伏并网逆变器为应用于光伏电站的并网逆变器。

本文件不适用于户用光伏系统用组串式逆变器和微型逆变器。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2297 太阳光伏能源系统术语

GB/T 16895.32—2021 低压电气装置 第7-712部分：特殊装置或场所的要求 太阳能光伏(PV)电源系统

GB/T 19001 质量管理体系要求

GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南

GB/T 24001 环境管理体系要求及使用指南

GB/T 37408—2019 光伏发电并网逆变器技术要求

GB/T 37409—2019 光伏发电并网逆变器检测技术规范

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

NB/T 32004—2018 光伏并网逆变器技术规范

NB/T 32005—2013 光伏电站低电压穿越检测技术规程

IEC 62548:2016 光伏(PV)方阵 设计要求

UL 1699B:2018 光伏直流电弧电路保护

UL 3741:2020 光伏危害控制

3 术语与定义

GB/T 2297界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

4.1 近三年，生产企业无较大及以上环境、安全、质量事故。

4.2 企业应未列入国家信用信息严重失信主体相关名录。

4.3 企业可根据 GB/T 19001、GB/T 23331、GB/T 24001、GB/T 45001 建立并运行相应质量、能源、环境和职业健康安全管理体系，鼓励企业根据自身运营情况建立更高水平的相关管理体系。

4.4 产品应为量产产品，质量分级及“领跑者”标准应满足国家强制性标准及 GB/T 37408—2019 或 NB/T 32004—2018 规定的要求。

5 评价指标及要求

5.1 评价指标分类

5.1.1 光伏并网逆变器质量分级及“领跑者”评价指标体系包括基础指标、核心指标和创新指标。

5.1.2 基础指标不设置具体指标，应满足 GB/T 37408—2019 或 NB/T 32004—2018 的相应要求。

5.1.3 核心指标包括平均加权效率、最大转换效率、电流谐波畸变率；核心指标分为三个等级，包括先进水平，相当于企业标准排行榜中 5 星级水平；平均水平，相当于企业标准排行榜中 4 星级水平；基准水平，相当于企业标准排行榜中 3 星级水平。

5.1.4 创新指标包括针对小于 200 kW 光伏并网逆变器的指标在线 IV 监测、快速关断功能、直流短路/过流保护功能、直流拉弧监测、PID 修复功能和大于 200 kW 光伏并网逆变器的指标调试设备供电功能、组件跟踪支架角度控制、弱电网适应性、待机损耗。可划分成先进水平和平均水平两个等级，其中先进水平相当于企业标准排行榜中的 5 星级水平，平均水平相当于企业标准排行榜中 4 星级水平。

5.2 评价指标体系框架

5.2.1 额定功率小于等于 200 kW 的光伏并网逆变器“领跑者”标准评价指标体系框架见表 1。

表 1 额定功率小于等于 200 kW 的光伏并网逆变器评价指标体系框架

序号	指标类型	评价指标		指标来源	指标水平分级			判定/测试方法
					先进水平	平均水平	基准水平	
1	基础指标	基本要求		GB/T 37408—2019 NB/T 32004—2018	见附录 A			GB/T 37409—2019 NB/T 32004—2018
4	核心指标	平均加权效率 η	$150 \text{ kW} < P \leq 200 \text{ kW}$	GB/T 37408—2019	$\eta \geq 98.3 \%$	$97.9 \% \leq \eta < 98.3 \%$	$97.1 \% \leq \eta < 97.9 \%$	GB/T 37409—2019
			$100 \text{ kW} < P \leq 150 \text{ kW}$		$\eta \geq 98.2 \%$	$97.8 \% \leq \eta < 98.2 \%$	$97.0 \% \leq \eta < 97.8 \%$	
			$50 \text{ kW} < P \leq 100 \text{ kW}$		$\eta \geq 98.0 \%$	$97.5 \% \leq \eta < 98.0 \%$	$96.5 \% \leq \eta < 97.5 \%$	
			$P \leq 50 \text{ kW}$		$\eta \geq 97.8 \%$	$97.3 \% \leq \eta < 97.8 \%$	$96.3 \% \leq \eta < 97.3 \%$	
5		最大转换效率		GB/T 37408—2019	$\eta \geq 98.5 \%$	$98.0 \% \leq \eta < 98.5 \%$	$97.5 \% \leq \eta < 98.0 \%$	GB/T 37409—2019
6		电流谐波畸变率		GB/T 37408—2019	$\leq 1 \%$	$\leq 2 \%$	$\leq 3 \%$	GB/T 37409—2019

表1 额定功率小于等于 200 kW 的光伏并网逆变器评价指标体系框架（续）

序号	指标类型	评价指标	指标来源	指标水平分级			判定/测试方法
				先进水平	平均水平	基准水平	
7	创新指标	在线IV监测	市场需求	见附录B.1			见附录B.1
8		快速关断功能	市场需求	光伏组件边界的30 cm内，30 s内电压应降到120 V内；光伏组件边界的30 cm外，30 s内电压应降到30 V内；具备手动按钮触发快速关断功能，具备断开交流触发快速关断功能			UL 3741:2020 或等同方法
9		直流短路/过流保护功能	GB/T 16895.32—2021	按照 $[(N_s-1) \times I_{SC_MAX}] > I_{MOD_MAX_OCPR}$ 及光伏组件制造商的要求设置过电流保护			GB/T 16895.32—2021
10		直流拉弧监测	市场需求	在电流15 A以内及100 m（单程）近端或远端起弧，实现2.0 s内灭弧，逆变器正常运行无误报	在电流15 A以内及100 m（单程）近端或远端起弧，实现5.0 s内灭弧，逆变器正常运行无误报	—	UL 1699B:2018或等同方法
11		PID抑制功能	市场需求	逆变器或系统解决方案具备可抬升可调的正电压值，用于抑制PID衰减的功能			IEC 62548 Annex H或等同方法

5.2.2 额定功率大于 200 kW 的光伏并网逆变器“领跑者”标准评价指标体系框架见表2。

表2 额定功率大于 200 kW 的光伏并网逆变器评价指标体系框架

序号	指标类型	评价指标		指标来源	指标水平分级			判定/测试方法
					先进水平	平均水平	基准水平	
1	基础指标	基本要求		GB/T 37408—2019 NB/T 32004—2018	见附录A			GB/T 37409—2019 NB/T 32004—2018
4	核心指标	平均加权效率 η	不带隔离变压器	GB/T 37408—2019	$\eta \geq 98.5\%$	$98.0\% \leq \eta < 98.5\%$	$97.0\% \leq \eta < 98.0\%$	GB/T 37409—2019
			带隔离变压器	GB/T 37408—2019	$\eta \geq 97.5\%$	$97.0\% \leq \eta < 97.5\%$	$96.0\% \leq \eta < 97.0\%$	
5		最大转换效率		GB/T 37408—2019	$\eta \geq 99.0\%$	$98.6\% \leq \eta < 99.0\%$	$98.2\% \leq \eta < 98.6\%$	GB/T 37409—2019
6		电流谐波畸变率		GB/T 37408—2019	$\leq 1\%$	$\leq 2\%$	$\leq 3\%$	GB/T 37409—2019
7	创新指标	调试设备供电功能 ^a		市场需求	在电网未送电或者停电情况下，逆变器具备使用组件能量为现场调试设备供电的能力			见附录B.2
8		组件跟踪支架角度控制		市场需求	逆变器或系统解决方案具备给组件跟踪支架控制器提供角度控制数据			见附录B.3
9		弱电网适应性		市场需求	逆变器能在额定功率条件下并网短路比SCR ≥ 1.15 条件下，保持稳定运行			NB/T 32005—2013

表 2 额定功率大于 200 kW 的光伏并网逆变器评价指标体系框架（续）

序号	指标类型	评价指标		指标来源	指标水平分级			判定/测试方法
					先进水平	平均水平	基准水平	
10	创新指标	待机损耗	集中式	市场需求	≤300 W	≤400 W	—	见附录B. 4
			组串式	市场需求	≤7 W	≤8 W	—	
a 仅适用于设备调试时使用								

6 评价方法及等级划分

6.1 对光伏并网逆变器产品企业标准的全部指标进行综合评价，评价结果分为先进水平（5 星级）、平均水平（4 星级）、基准水平（3 星级），划分依据见表 3。

表 3 光伏并网逆变器指标评价要求及等级划分

评价等级	满足条件			
先进水平 (5 星级)	基本要求	基础指标要求	核心指标先进水平要求	创新指标至少有1项达到先进水平要求
平均水平 (4 星级)		基础指标要求	核心指标平均水平要求	创新指标至少有1项达到平均水平要求
基准水平 (3 星级)		基础指标要求	核心指标基准水平要求	—

6.2 综合评价满足表 1、表 2 中先进水平要求的企业标准为先进水平（5 星级），企业标准进入所对应具体产品的企业标准“领跑者”入围名单。

6.3 综合评价满足表 1、表 2 中平均水平要求的企业标准为平均水平（4 星级）。

6.4 综合评价满足表 1、表 2 中基准水平要求的企业标准为基准水平（3 星级）。

6.5 企业可通过提交相关检测报告等印证材料自我声明为符合相关等级要求的产品，也可依据本文件按照国家自愿性认证要求开展第三方认证工作。

7 产品质量分类

7.1 满足表 3 中先进水平标准等级要求的产品为 5 星级产品，即“领跑者”产品。

7.2 满足表 3 中平均水平标准等级要求的产品为 4 星级产品，即“优质”产品。

7.3 满足表 3 中基准水平标准等级要求的产品为 3 星级产品，即“达标”产品。

附 录 A
(资料性)
光伏并网逆变器基础评价指标水平

A.1 基础评价指标

光伏并网逆变器的基础评价指标应满足GB/T 37408或NB/T 32004标准的相应条款。

表 A.1 GB/T 37408 对光伏并网逆变器的要求

测试项目			测试方法 (GB/T 37409)
外观与结构检查			—
环 境 适 应 性	低温工作测试		5.3
	高温工作测试		5.3
	恒定湿热存储测试		5.4
	盐雾测试		5.1
	防护等级测试		5.2
安 全 性 能	电 击 防 护	可触及性测试	6.1
		保护连接测试	6.1
		绝缘强度测试	6.1
		局部放电测试	6.1
		接触电流测试	6.1
		脉冲电压测试	6.1
	存储电荷放电测试		6.2
	温升测试		6.3
	机 械 防 护	稳定性测试	6.4
		搬运测试	6.4
	短路保护测试		6.5
	噪声测试		6.6
	绝缘阻抗检测能力测试		6.7.1
	残余电流检测能力测试		6.7.2
并 网 性 能	有 功 功 率	有功功率容量	7.1.1
		给定值控制	7.1.2.1
		启停机变化率控制	7.1.2.2
		一次调频控制(如适用)	7.1.2.3
	无 功 功 率	无功功率容量	7.2.1
		无功功率控制	7.2.2
	电能质量		7.3
	故 障 穿 越	低电压穿越	7.4
		高电压穿越	7.4
	运 行 适 应 性	电压适应性	7.5.1
		频率适应性	7.5.2
		电能质量适应性	7.5.3
	防孤岛保护		7.6.1

表 A.1 GB/T 37408 对光伏并网逆变器的要求（续）

测试项目		测试方法 (GB/T 37409)
并网性能	恢复并网	7.6.2
通信测试		7.7
电磁兼容性测试		第8章
效率	转换效率	—
	静态MPPT效率	—
	动态MPPT效率	—
	加权效率	—
标识耐久性测试		第9章
包装、运输和储存测试		第10章

表 A.2 NB/T 32004 对光伏并网逆变器的要求

测试项目		试验要求	试验方法
安 全 要求	外观及结构检查	10.1	11.7
	温度测试	6.1	11.2.1
	试验指检查	6.2.1.2	11.2.2.1
	保护连接	6.2.2.2	11.2.2.2
	接触电流	6.2.2.2.5	11.2.2.3
	冲击耐受电压	6.2.3.5	11.2.2.4.2
	工频耐受电压	6.2.3.5	11.2.2.4.3
	局部放电试验	6.2.3.6	11.2.2.4.7
	电气间隙	6.2.3.3	11.2.2.4.6
	爬电距离	6.2.3.4	11.2.2.4.6
	危险能量等级	6.3.1	6.3.1
	稳定性试验	6.4.3	11.2.3.1
	搬运要求	6.4.4	11.2.3.2
	接线端子要求	6.4.6	11.2.3.3
	防火试验	6.5	11.2.4
	噪声测试	6.6	11.2.5
	方阵绝缘阻抗检测	6.7.1	11.2.6
	方阵残余电流检测试验	6.7.2	11.2.7
基 本 功能	自动开关机	7.1	11.3.1
	通信功能	7.2	11.3.2
性 能 要求	电气参数	8.1	11.4.2
	最大转换效率	8.2	11.4.3.1
	MPPT效率	8.2	11.4.3.2
	转换效率	8.2	11.4.3.3
	平均加权总效率	8.2	11.4.3.4
	谐波和波形畸变	8.3.1.1	11.4.4.1.1
	功率因数	8.3.1.2	11.4.4.1.2
	三相电流不平衡度	8.3.1.3	11.4.4.1.3
	直流分量	8.3.1.4	11.4.4.1.4
	有功功率控制	8.3.2	11.4.4.2
	电压/无功调节	8.3.3	11.4.4.3
	电压适应性	8.3.4	11.4.4.4
	故障穿越	8.3.5	11.4.4.5
	频率适应性	8.3.6	11.4.4.6
	谐波适应性	8.3.7.1	11.4.4.7.1
	间谐波适应性	8.3.7.2	11.4.4.7.2

表 A.2 NB/T 32004 对光伏并网逆变器的要求（续）

	测试项目	试验要求	试验方法
性能要求	三相电压不平衡适应性	8.3.7.3	11.4.4.7.3
	电压波动和闪变适应性	8.3.7.4	11.4.4.7.4
性能要求 (电磁兼容)	传导发射	8.4.1.1	11.4.5.1.1
	辐射发射	8.4.1.2	11.4.5.1.2
	静电放电抗扰度	8.4.2.3	11.4.5.2.1
	射频电磁场辐射抗扰度	8.4.2.3	11.4.5.2.2
	电快速脉冲群抗扰度	8.4.2.3	11.4.5.2.3
	浪涌(冲击)抗扰度	8.4.2.3	11.4.5.2.4
	射频场感应的传导骚扰抗扰度	8.4.2.3	11.4.5.2.5
	工频磁场抗扰度	8.4.2.3	11.4.5.2.6
	电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度	8.4.2.3	11.4.5.2.7
	阻尼振荡波抗扰度	8.4.2.3	11.4.5.2.8
	振铃波抗扰度	8.4.2.3	11.4.5.2.9
保护要求	过/欠压保护	9.1	11.5.2
	交流输出侧过/欠频保护	9.2	11.5.3
	极性或相序错误保护	9.3	11.5.4
	直流输入过载保护	9.4	11.5.5
	短路保护	9.5	11.5.6
	防反放电保护	9.6	11.5.7
	防孤岛效应保护	9.7	11.5.8
	恢复并网	9.8	11.5.9
	冷却系统	9.9	11.5.10
	防雷保护	9.1	11.5.11
环境适应性要求	低温工作试验	5.1	11.6.1
	高温工作试验	5.1	11.6.2
	湿热试验	5.2	11.6.3
	振动试验	5.4	11.6.4
	外壳防护等级	5.6	11.6.5
	紫外暴露	5.7	11.6.6

附 录 B

(资料性)

光伏并网逆变器创新性评价指标水平

B.1 光伏并网逆变器I-V扫描

B.1.1 测试条件

测量仪表精度：光伏逆变器组串或方阵电流、电压测量仪表的精度应 $\leq 1.0\%$ 。

扫描精度达标率：扫描精度达标率指抽样验证的样本组串中，在线扫描拟合I-V曲线与按标准测量方法测试结果比较，关键或选定点位、区段差异程度满足要求的组串数量与样本组串数量的比率。

B.1.2 测试要求

现场实际运行条件下、现场模拟运行条件下或实验室条件下，选择对比组进行对比测试，将I-V在线扫描结果与I-V测试结果进行比较，包括根据异常致因进行理论推算。

I-V异常组串与正常参比组串同步测量，计算关键点位或区段的偏离度，将在线I-V扫描结果与标准测试结果比较。

对有因I-V异常组串I-V曲线关键点位和形状，异常组串与参比正常组串扫描结果的偏离度，与按标准方法测试结果偏离度的绝对差值在可接受范围内。其中I-V异常组串，指因设备、电气连接、运行条件或其他方面存在问题导致的I-V异常组串。

关键点位和形状包括：开路点、短路点、MPPT点、台阶拐点，平臂、垂臂坡度等。关键点位和形状应满足以下要求：

- 开路点、短路点、MPPT点电压、电流偏离度绝对差值应不超过3%；
- 出现台阶时，台阶拐点位置与组串中受影响的组件数量相当；
- 平臂坡度变陡 $[V_{oc}/(I_{sc}-I_{mp})]$ 简易计算]、垂臂坡度变浅 $[(V_{oc}-V_{mp})/I_{mp}]$ 简易计算]时，偏离度的绝对差值应不超过3%。

B.2 调试设备供电功能

在电站电网未送电或者停电情况下，逆变器具备使用组件能量输出稳定的交流电为调试设备和其他电气设备供电的能力。

逆变器可输出稳定的交流电压和频率，满足用电设备供电要求，供电最大允许负载功率取决于系统中配电变压器最大功率。根据供电需求可为低压侧设备供电，也可通过箱变变压器升压为高压侧电气设备供电（如高压侧的测量和通信设备）。

B.3 组件跟踪支架角度控制

组件跟踪支架角度控制是采用逆变器和跟踪支架联动技术进行跟踪支架最优角度的调节。逆变器与跟踪支架智能联控技术，仅根据逆变器数据，通过人工智能融合模型得出各天气类型下支架转动的最佳角度，结合遮挡优化模型、角度平滑策略以及减少灰尘累积的角度优化策略，进行最佳角度的进一步优化，综合考虑发电量与支架转动损耗、灰尘累积，确保系统发电量提升的持续性和支架系统的寿命与可靠性，可适用于跟踪形式的单面和双面发电系统。

核心功能包括：

- 人工智能融合模型，仅通过逆变器数据得出各天气类型下支架转动的最佳角度。

- b) 遮挡优化模型，通过逆变器数据判别是否存在组件间遮挡问题，自动微调支架角度计算参数，规避组件间阴影遮挡。
- c) 角度平滑策略，可有效防止支架在天气变化剧烈的情况下出现大幅度转动，提高支架系统的可靠性。
- d) 减少灰尘累积的角度优化策略，根据天气条件和支架转动特性，减少光伏组件表面灰尘累积。组件跟踪支架角度控制的验证，通常采用现场应用效果验证进行评估。

B.4 待机损耗

待机损耗指的是待机模式下运行机组所需的功率。要执行此测试，可能需要破坏或禁用可能干扰结果的功能（例如计时器）。试验应在环境温度（ 25 ± 3 ）℃下进行。

待机损耗检测步骤如下：

- a) 在待机模式下启动逆变器，输入直流电压和功率为零，以标称水平模拟电网电压和频率；
- b) 仅增加输入电压（模拟阵列电流和功率保持为零）至逆变器最小输入工作电压；
- c) 仅增加输入电压（模拟阵列电流和功率保持为零）至逆变器输入工作电压范围的中点；
- d) 仅增加输入电压（模拟阵列电流和功率保持为零）至输入工作电压范围的最大值；
- e) 仅将输入电压（模拟阵列电流和功率保持为零）调整到逆变器输入工作电压范围的中点；
- f) 以额定电流的 0.1 % 为步长增加模拟阵列电流。在每个电流水平保持至少 5 秒，以确保装置不能成功启动；
- g) 记录设备从待机状态成功转换到正常运行时所需的输入功率；
- h) 继续以 0.1 % 额定功率的步进增加输入电流，直到输出功率大于零（输出 $\geq$ 输入功率的 1 %），并记录输入电流和输入功率的数值。

输出功率为 0 时，所需要的最大输入功率，即为 $P_{\text{待机损耗}}$ 。

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association