

团 体 标 准

T/CPIA 0018—2019

漂浮式光伏发电系统验收规范

Acceptance specification for floating photovoltaic power system

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

2019 - 09- 27 发布

2019-10- 15 实施

中国光伏行业协会 发布

前 言

本标准根据 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国光伏行业协会标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：北京鉴衡认证中心有限公司、中国电子技术标准化研究院、羲和电力有限公司、长江勘测规划设计研究有限责任公司、宿州诺亚坚舟光伏科技有限公司。

本标准主要起草人：王芳、纪振双、裴会川、王赶强、王婷、侯亚明、冷吉果、刘海波、喻飞、张健、杨靖宇。

CPIA

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

漂浮式光伏发电系统验收规范

1 范围

本标准规定了漂浮式光伏发电系统验收过程中需要提供的文件、进行的检查和实施的检测。

本标准适用于系统电压不超过1500V的新建、改建及扩建的漂浮式光伏发电系统。适用于漂浮式光伏发电系统安装完成之后的验收，也可用于定期的复检。

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 6495.4 晶体硅光伏器件的 I-V 实测特性的温度和辐照度修正方法

GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差

GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变

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 19964 光伏电站接入电力系统技术规定

GB/T 24337 电能质量 公共电网间谐波

GB/T 29319 光伏发电系统接入配电网技术规定

GB/T 34936 光伏电站汇流箱技术要求

GB/T 50796-2012 光伏发电工程验收规范

NB/T 32004 光伏并网逆变器技术规范

T/CPIA 0010-2019 并网光伏系统文件、检查及测试技术规范

T/CPIA 0016-2019 水上光伏发电系统用高密度聚乙烯浮体

T/CPIA 0017-2019 水上光伏发电系统设计规范

IEC 61215（所有部分） 地面用光伏组件—设计鉴定与定型（Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval）

IEC 61724-1: 2017 光伏系统性能 第1部分：监测（Photovoltaic system performance - Part 1: Monitoring）

IEC TS 61724-3: 2016 光伏系统性能 第3部分：能量评估方法（Photovoltaic system performance - Part 3: Energy evaluation method）

IEC 61730（所有部分） 光伏组件安全鉴定（Photovoltaic (PV) module safety qualification）

IEC TS 62446-3: 2017 光伏系统-试验，文件，维护要求-第3部分：光伏组件和电站的户外红外测试（Photovoltaic (PV) systems-Requirements for testing, documentation and maintenance-Part 3: Photovoltaic modules and plants — Outdoor infrared thermography）

3 术语和定义

T/CPIA 0016-2019、T/CPIA 0017-2019界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了T/CPIA 0016-2019、T/CPIA 0017-2019中的某些术语和定义。

3.1

光伏发电系统 photovoltaic power system
利用光伏电池的光生伏特效应，将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统。

3.2

漂浮式光伏发电系统 floating photovoltaic power system
利用浮体安装光伏方阵的光伏发电系统。

3.3

浮体 floating body
在漂浮式光伏发电系统中，具有支撑作用，使光伏发电系统整体漂浮于水面之上的部分。
[T/CPIA 0016-2019，定义3.1]

3.4

漂浮系统 floating system
安装并支撑光伏发电系统漂浮在水面上的由浮体和相关结构件组成的有机整体，称为漂浮系统。

3.5

锚固系统 anchorage system
通过锚绳（系泊缆）或撑杆将漂浮式水面光伏方阵或漂浮式设备平台与锚固点连接，使漂浮式水面光伏方阵或漂浮式设备平台具有抵御一定环境条件的能力，保证设计环境条件下的方阵或设备稳定性及安全性。又称系泊系统。
[T/CPIA 0018-2019，定义3.1.6]

4 文件核查

4.1 太阳能资源

太阳能资源文件资料核查的主要内容，详见表 1。

表 1 太阳能资源相关文件

序号	相关文件	涵盖内容
1	项目地太阳能资源分析	总辐射量、直接辐射量、散射辐射量等
2	站址气候条件	气压、气温、降水、积雪深度、风速等，气象灾害调查：极端气温、大风、暴雨、暴雪、冰雹、雷电等

4.2 工程地质及水下测绘

工程地质及水下测绘文件资料核查的主要内容，详见表 2。

表 2 工程地质及水下测绘相关文件

序号	相关文件
1	工程地质（水流速度、浪高、地质灾害调查、灾害发生可能性评估等）
2	项目地环境水土的腐蚀调研分析
3	水下测绘

4.3 项目基本信息

为确保证验收人员掌握漂浮式光伏发电系统的关键技术信息，用以在验收过程中进行实际系统情况与设计及施工要求的一致性对比，委托验收单位应提供项目基本信息，具体详见表 3。

表 3 项目基本信息相关文件

序号	相关文件	涵盖内容
1	基本信息资料	项目的名称、地点，安装时间和并网时间
		项目的业主单位、设计单位、建设单位、监理单位、施工单位、运维单位
		系统装机容量，关键设备的制造商、型号、数量
2	工程建设基础文件	行政许可文件
		电网接入文件
		设计阶段文件（参见附录 A）
		工程总承包、施工、监理合同及技术协议
		设备采购合同及技术协议
		关键设备的合格证、说明书、型式试验报告、认证证书、出厂检测报告
		关键设备的监造报告、到货验收报告

4.4 运行和维护

运行和维护文件资料核查的主要内容，详见表 4。

表 4 运行和维护相关文件

序号	相关文件
1	组织架构图
2	运维人员上岗证及配置情况
3	电站管理运行手册及各项制度
4	光伏电站资产清单
5	备品备件清单
6	运维数据

5 检查

5.1 一般要求

漂浮式光伏发电系统的检查主要包括对子系统及其设备部件可通过目视或简单的测试手段进行的

外观质量检查，检查的子系统主要包括：交直流系统、光伏支架、漂浮系统、锚固系统、防雷与接地、线缆与敷设、监测及安全防护、给排水、消防及火灾报警和水资源与环境保护。

5.2 交直流系统

漂浮式光伏发电系统的交直流系统及关键设备应满足表5所列项目的要求。交直流系统的核查范围涵盖从组件开始至接入系统前为止的电气系统部分。

表5 交直流系统检查项目及要求

序号	项目		要求
1	关键设备	组件	应满足 IEC 61215、IEC 61730 和采购技术协议的要求，且应采用抗 PID 性能好的组件
2		逆变器	应满足 NB/T 32004 和采购技术协议的要求，且逆变器防护等级应不低于 IP54，其中组串式逆变器防护等级应不低于 IP65 应采用具备 PID 功能的逆变器或系统方案
3		汇流箱	应满足 GB/T 34936 和采购技术协议的要求，且汇流箱防护等级不低于 IP65
4		变压器	应满足采购技术协议和 T/CPIA 0017-2019 中 8.4 的要求
5	直流系统	一般要求	T/CPIA 0010-2019 中 7.2.2
6		电击防护	T/CPIA 0010-2019 中 7.2.3
7		绝缘故障防护	T/CPIA 0010-2019 中 7.2.4
8		过电流保护	T/CPIA 0010-2019 中 7.2.5
9		接地连接保护	T/CPIA 0010-2019 中 7.2.6
10		防雷击/过电压保护	T/CPIA 0010-2019 中 7.2.7
11		电气设备的选择与安装	T/CPIA 0010-2019 中 7.2.8
12	交流系统		T/CPIA 0010-2019 中 7.2.9

5.3 光伏支架

光伏支架的检查主要包括外观检查，支架构件之间、支架与组件之间、支架与浮体之间的连接检查，主要检查内容如表6。

表6 光伏支架检查项目及要求

序号	类别	项目及要求
1	外观	支架的外观应完好、无明显形变。
		支架的结构形式、尺寸应满足设计要求。
		支架的材质应满足设计和 T/CPIA 0017-2019 中 9.3.6 要求，应无锈蚀现象、镀锌层厚度满足设计和 T/CPIA 0017-2019 中 9.2.3 要求。
2	安装	安装方式及位置偏差应满足设计及施工图纸要求。
		支架构件之间、支架与组件之间、支架与浮体之间的连接应牢固、无明显位移。
		采用压块固定形式连接支架与组件时，压块的安装位置应符合设计和施工图纸要求，压块与组件应紧密贴合。
		采用螺栓固定形式连接支架与组件时，连接处边框应无形变，螺栓安装用弹簧垫圈应压实，平垫与组件边框间应有足够的接触面积。

5.4 漂浮系统

5.4.1 一般要求

漂浮系统的整体布局、配置、定位和安装应与设计文件一致。

5.4.2 浮体系统

浮体系统的浮体、连接螺栓的材质、外观和安装方式应符合设计要求，当汇流箱、逆变器、配电箱等需要布置在浮体上时，其安装方式应与设计要求一致。浮体系统的具体检查项目如表 7。

表 7 浮体系统的检查项目及要

序号	类别	项目及要求
1	浮体	浮体的规格型号应与设计要求一致。
		浮体应通过国家批准的检测认证机构的产品检测或认证。
		浮体应完好无破损，不应有气孔、冷斑、划痕、粘料等明显缺陷。
		浮体合模线、吹气口应整修完好，不应有毛刺、锐角、锐边、损伤本体等缺陷。
		浮体的结构尺寸偏差应在规格书限定范围内。
		浮体螺栓的数量和尺寸应满足设计要求。
		浮体应无开裂、漏水现象。
2	连接螺栓	连接螺栓的规格型号应与设计要求一致。
		连接螺栓不应出现破损、裂纹、塌坑和严重的划伤。
		连接螺栓的结构尺寸偏差应在规格书限定范围内。
3	安装	浮体之间的连接应满足设计要求，确保牢固可靠，组件之间不发生碰撞。
		放置在水中时，浮体顶面倾斜高度应小于 $0.015A$ （ A 为浮体长度，单位为 mm）。
		浮体之间的组合应满足设计要求。
		浮体方阵的朝向应满足设计要求。
		浮体系统的安装位置应保证在低水位时浮体底部距水底的距离不低于设计要求值。
		浮体系统的安装位置应保证组件下边缘距水面的距离不低于设计要求值。

5.4.3 漂浮平台

浮台的外观、结构等应满足设计要求，具体检查项目见表 8。

表 8 漂浮平台的检查项目及要

序号	类别	项目及要求
1	通用要求	最低水位时浮台底部距水底的安全距离应满足设计要求值。
		漂浮式设备平台工作面的干舷高度宜不小于 300mm。
		浮台的尺寸允许偏差应在规格书允许范围内。
		浮台的位移、倾斜度应在设计范围内。
2	混凝土浮台	混凝土浮台的主要受力部位不应出现有影响结构性能和使用功能的裂缝、露筋、空洞、蜂窝和夹渣。
		梁、板等构件不应有超过保护层厚度的松顶。
		不应有缺棱掉角、棱角不直和飞边凸肋等对使用功能有影响的缺陷。
3	钢浮台	浮台与水面交界处、浮台与空气交界处应无锈蚀现象。
		浮台的防护涂层应满足设计要求。

5.5 锚固系统

5.5.1 一般要求

锚固系统的整体布局、配置和安装等应与设计文件一致。

5.5.2 关键部件

锚固系统涉及的关键部件包含撑杆、系泊缆、锚等，要求各部件的外观、参数和安装等应与设计文件一致。具体要求见表 9。

表 9 锚固系统核查项目及要求

序号	检查项目		基本要求
1	撑杆	外观	外形尺寸应满足设计要求。
			应无腐蚀、无明显裂纹或永久性形变。
		安装	安装位置应满足设计要求。
			浮体与撑杆之间的连接应牢固、可靠。
2	系泊缆	外观	锚链、钢丝绳、纤维绳的规格、尺寸应满足设计要求。
			锚链不应出现明显的磨损、裂纹、弯扭变形、链环的断裂。链环的表面不应有裂纹、凹痕、毛刺。
			钢丝绳不应有断丝、磨损、腐蚀、弯曲、变形、润滑等情况。
			纤维绳不应有断丝、磨损、腐蚀等情况。
		参数	无档链环的长度应为 $6d$ (d 是无档普通链环的公称链径)，宽度应为 $3.3d \sim 3.4d$ 。
			除环冠外，链环其他部位直径的下偏差为 0，上偏差应不大于链环公称直径的 5%。
			焊接接头处直径的上偏差应不大于公称直径的 15%。
			钢丝绳实测直径的允许偏差和不圆度应符合规格书要求。
		安装	纤维绳直径的偏差应在 $\pm 3\%$ 以内。
			系泊缆的安装位置、连接方式应满足设计要求。
3	锚		系泊缆与强力点的固定方式应与设计文件一致，连接应牢固、可靠。
			核查锚固系统的施工过程文件，应满足设计文件要求。

5.6 防雷与接地

防雷与接地应按照 GB/T 50796-2012 中 4.3.9 进行验收，还应满足 T/CPIA 0017-2019 中 8.6 的补充技术要求。

5.7 电缆与敷设

电缆与敷设应按照 GB/T 50796-2012 中 4.3.10 进行验收，还应满足 T/CPIA 0017-2019 中 7.2.6 和 8.7 的补充技术要求。

5.8 监测及安全防护

漂浮式光伏发电系统应定期进行水质监测，并布置水位监测系统，宜布置光伏系统性能监测系统；水位监测系统、水质监测以及光伏系统性能监测系统中的传感器型号和安装应满足设计文件要求，具体应满足 T/CPIA 0017-2019 中 7.3 的要求。

5.9 给排水

漂浮式光伏发电系统的给排水应满足 T/CPIA 0017-2019 中 9.7 的要求,并通过政府有关部门的审查和验收。

5.10 消防及火灾报警

漂浮式光伏发电系统的消防及火灾报警应满足 T/CPIA 0017-2019 中 9.8 的要求,并通过政府有关部门的审查和验收。

5.11 水资源与环境保护

漂浮式光伏发电系统的水资源与环境保护应满足 T/CPIA 0017-2019 中第 10 章的要求,并通过政府有关部门的审查和验收。

6 检测

6.1 测试项目

漂浮式光伏发电系统的电气测试主要包括关键设备测试、光伏组串测试和光伏系统测试,具体测试项目详见表 10。

表 10 电气测试项目

序号	测试项目	对应条款
1	关键设备	组件红外热成像
2		组件电致发光
3		组件 I-V
4		逆变器转换效率
5		逆变器输出电能质量
6	接地连续性	6.3
7	接地电阻	6.4
8	光伏组串绝缘电阻	6.5
9	光伏系统性能比	6.6

6.2 关键设备

6.2.1 组件红外热成像

应进行组件红外热成像测试,测试方法详见 IEC TS 62446-3: 2016。

组件红外热成像测试,要求应不出现 IEC TS 62446-3: 2016 中的异常等级 3 类问题,具体异常等级分类如下:

- a) 异常等级 1,即组件电池片区域内的温度差值不大于 10 K;
- b) 异常等级 2,即组件电池片区域内的温度差值大于 10K 且不大于 40K;
- c) 异常等级 3,即组件电池片区域内的温度差值大于 40K。

注:以上结果适用于辐照度为 1000W/m²、组件出现局部异常时的情况判定。

6.2.2 组件电致发光

应进行组件电致发光测试，测试方法详见 T/CPIA 0010-2019 中 9.4。

组件电致发光测试结果应结合组件 I-V 测试结果进行综合判定。

6.2.3 组件 I-V

应进行组件 I-V 测试，测试方法详见 T/CPIA 0010-2019 中 9.5。

组件 I-V 测试后，应参考 GB/T 6495.4 的要求和方法，将测试数据修正至 STC 条件下之后跟要求值进行比较，若无给定值则仅给出测试结果而不进行特性参数的判定。

对不同组件的 I-V 测试曲线和参数进行比对分析，以发现组件中是否存在电池损坏、旁路二极管短路、局部遮挡或组件中出现分流电阻等现象。

6.2.4 逆变器转换效率

6.2.4.1 基本要求

光伏电站现场逆变器转换效率采用能量转换效率的方式表示，宜选择晴朗的天气进行测试。测试过程中应至少记录测试周期内太阳辐照度、环境温度、环境湿度、逆变器的输入/输出的电压、功率、累积能量参数，采样间隔不大于 100ms，测试数据记录间隔不超过 1min。

6.2.4.2 测试程序

逆变器效率测试程序如下：

- 在被测逆变器自动开机运行之前切断逆变器与方阵及电网侧的连接；
- 连接测试设备并正确设置测试设备接线方式、采样设备变比及量程、采集的参数及采样间隔和记录间隔，设置记录开始时间；
- 连接环境监测设备并在测试周期内同步记录相关的环境参数；
- 连接逆变器并使其处于待机状态，待自动开机后进行数据记录直至逆变器自动关机。

6.2.4.3 结果判定

光伏逆变器转换效率以测试周期内交流侧累积能量比上直流侧输入累积能量的比值计算，在给定判定条件的情况下依据给定条件进行判定，否则仅进行测试结果记录。

6.2.5 逆变器输出电能质量

6.2.5.1 基本要求

A 类逆变器输出电能质量应满足 GB/T 29319 的要求；B 类逆变器输出电能质量应满足 GB/T 19964 的要求。

6.2.5.2 测试程序

逆变器输出电能质量测试程序如下：

- 将光伏逆变器与电网断开，测试电网侧电能质量，测试内容应该覆盖电压偏差、频率偏差、电压谐波含量与畸变率、三相电压不平衡度、电压波动与闪变；
- 将逆变器并网，待运行稳定后测试逆变器输出的电能质量，测试内容应该覆盖电压偏差、电压谐波含量与畸变率、电流谐波含量与畸变率、三相电压不平衡度、直流电流分量、电压波动与闪变、功率因数。

6.2.5.3 结果判定

逆变器输出侧的电压偏差应满足 GB/T 12325 的规定。
 逆变器输出侧的谐波电流应满足 GB/T 14549 的要求，间谐波应满足 GB/T 24337 的要求。
 逆变器输出侧的电压不平衡度应满足 GB/T 15543 的要求。
 逆变器输出侧向电网侧注入的直流电流分量不应超过其交流额定值的 0.5%。
 逆变器输出侧的电压波动与闪变值应满足 GB/T 12326 的要求。
 逆变器输出功率因数无特殊要求的情况下应不小于 0.95（超前或滞后）。

6.3 接地连续性

接地连续性的测试方法详见 T/CPIA 0010-2019 中 8.1，应至少测试组件边框间、支架间、组件边框与支架间、支架内部构件间、支架与接地端子间、汇流箱外壳和接地端子间、逆变器外壳和接地端子间、箱变外壳和接地端子间的接地连续性，要求接地连续性测试结果应不大于 0.5 Ω。

6.4 接地电阻

接地电阻的测试方法详见 T/CPIA 0010-2019 中 8.1，应至少测试方阵接地电阻、汇流箱接地电阻、逆变器接地电阻、箱变接地电阻，要求接地电阻测试结果应不大于 4 Ω。

6.5 光伏组串绝缘电阻

光伏组串绝缘电阻的测试方法详见 T/CPIA 0010-2019 中 8.7，光伏组串绝缘电阻的测试结果应满足表 11 的要求。

表 11 光伏方阵绝缘电阻要求

系统电压（标准开路电压 $V_{oc}(STC) \times 1.25$ ） V	测试电压 V	绝缘电阻限值 MΩ
<120	250	0.5
≥ 120 且 < 500	500	1
≥ 500 且 < 1000	1000	1
> 1000	1500	1

6.6 光伏系统性能比

光伏系统性能比的测试方法详见 IEC 61724-1:2017 和 IEC TS 61724-3:2016。
 要求光伏系统性能比的测试结果应不低于预期值。

7 验收报告

最后的验收报告应包括下列条款：

- 试验方描述；
- 被测站点的描述，包括纬度、经度和海拔高度；
- 系统属性的描述，如系统集成商、运行和维护提供商等；
- 系统配置描述，包括组件、逆变器等关键部件的制造商和型号等；
- 检查和测试结果及记录；
- 检查和测试人员签名。

附 录 A
(资料性附录)
设计阶段文件目录

设计阶段文件目录详见表 A.1。

表 A.1 设计阶段文件目录

类型	目录	
文件	项目总体技术方案	
	设备选型方案	
	计算书	
图纸	光伏发电系统	光伏系统平面布置图
		光伏系统主接线图
		光伏子系统方阵布置图
		直流汇流箱系统图
		组串接线图
		全场接地图
		逆变升压系统接线及布置图
		交流汇流箱系统图
		箱变平台布置图
	漂浮系统	浮体平面布置图
		浮体连接图
		浮体锚固安装图
	锚固系统	锚固平面布置图
		锚固剖面图
	其他	场区集电线路敷设图
		防雷接地图
		电缆固定样式图
		高压电缆上岸示意图