

中国工程建设标准化协会团体标准

T/CECS ×××—202X

光伏光热建筑一体化构件（BIPVT）

Building Integrated Photovoltaic-Thermal (BIPVT) Component

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 次

目 次.....I

前 言.....II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 材料要求 5

5 结构设计要求 6

6 性能要求 7

7 试验方法 9

8 检验规则 14

9 标志、包装、运输、贮存 15

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020和GB/T 20001.10-2014给出的规则起草。

本文件按中国工程建设标准化协会《关于印发〈2024年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2024〕15号）的要求制定。

本文件的某些内容可能直接或间接涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区分会归口管理。

本文件负责起草单位：桑普能源科技有限公司

本文件参加起草单位：

本文件主要起草人： 律翠萍

本文件审查人：

光伏光热建筑一体化构件

1 范围

本标准规定了非聚光型光伏光热建筑一体化构件（BIPVT）的分类、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和储存要求

本标准适用于建筑中集成光伏发电与光热转换功能的双用途构件，包括但不限于建筑外墙、屋顶、遮阳系统及窗户等一体化应用场景。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过本标准的规范性引用而成为本标准必不可少的条款。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 4271-2021 太阳能集热器性能试验方法
- GB/T 6424-2021 平板型太阳能集热器
- GB/T 6495.1-2022 光伏器件 第1部分：光伏电流-电压特性的测量
- GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 9535 地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型
- GB/T 12936-2007 太阳能热利用术语
- GB/T 18175-2014 水处理剂缓蚀性能的测定 旋转挂片法
- GB/T 18911-2018 地面用薄膜光伏组件 设计鉴定和定型
- GB/T 18912-2002 光伏组件盐雾腐蚀试验
- GB/T 19394 光伏(PV)组件紫外试验
- GB/T 31034-2014 晶体硅太阳电池组件用绝缘背板
- GB/T 31433 建筑幕墙、门窗通用技术条件
- GB/T 36584-2018 屋面瓦试验方法
- GB/T 36963-2018 光伏建筑一体化组件防火性能试验方法
- GB/T 36967-2018 柔性太阳能电池组件 通用技术要求
- GB/T 50002 建筑模数协调标准
- GB/T 50006 厂房建筑模数协调标准
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB/T 50100 住宅建筑模数协调标准
- JGJ 113 建筑玻璃应用技术规程
- JG/T 492 建筑用光伏构件通用技术要求
- JC/T 2170-2013 太阳能光伏组件用减反射膜玻璃
- NB/T 11241 光伏光热一体组件技术规范
- HG/T 3523 冷却水化学处理标准腐蚀试片技术条件

IEC 61215 -1-1:2021地面光伏(PV)组件 - 设计鉴定和定型 - 第1-1部分 : 晶体硅光伏(PV)组件测试的特殊要求 Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres- Qualification de la conception et homolog - Partie 1-1: Special requirements for testing of ground-mounted crystalline silicon photovoltaic (PV) modules

IEC 61215 - 1 - 2:2021地面光伏(PV)组件 - 设计鉴定和定型 - 第1-2部分: 碲化镉薄膜光伏(PV)组件测试的特殊要求 Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres- Qualification de la conception et homolog - Partie 1-2: Special requirements for testing cadmium telluride thin-film photovoltaic (PV) modules

3 术语和定义

GB/T 2297、GB/T 12936 和 GB/T 4271 界定的及以下术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏光热建筑一体化构件 building integrated photovoltaic-thermal (BIPVT) components

光伏光热建筑一体化构件是一种集成于建筑围护结构(如屋顶、墙面、窗户等)的多功能复合构件。它通过同步利用光伏效应和光热转换原理,将太阳能转化为电能和热能,并满足建筑对发电、供热及围护功能的需求。其核心特征在于“光伏发电”与“热能回收”的协同设计,以及作为建筑本体组成部分的结构集成性。

3.2

光伏光热建筑一体化 building integrated photovoltaic thermal (BIPVT)

光伏光热建筑一体化是将太阳能光伏发电技术和太阳能光热利用技术有机结合,并作为建筑物不可分割的一部分进行一体化设计、施工和应用的系统。其核心目标是使建筑物自身具备发电和供热(或制冷)的双重功能,实现能源的高效综合利用。

3.3

光伏组件 photovoltaic module

BIPVT 的核心部件,由多个太阳能电池单元通过串并联方式封装而成,能够将太阳能转化为直流电能。光伏组件的材料主要包括晶体硅、薄膜电池等。

3.4

换热体 heat exchanger

BIPVT 构件内,与光伏组件集成设计,共同安装于建筑围护结构上,实现热能的收集和利用,并将热量传递给换热介质的部件。

3.5

换热介质 heat transfer medium

换热体内进行热交换的流体,可以是液体、气体或气液两相流体。

3.6

标准工况 standard condition

标准工况是指太阳辐照度为 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 、环境温度为 25°C 、环境风速不大于 $2\text{m}/\text{s}$ 、AM1.5、环境相对湿度不超过 70%、BIPVT 构件平均温度为 25°C 时的工况。

3.7

标况发电功率 standard photovoltaic generation power

在标准工况下，BIPVT 构件单位时间可以获得的最大输出电功率。

3.8

标况换热功率 standard heat exchange power

在标准工况下，BIPVT 构件处于最大输出电功率时换热介质单位时间吸收的热量。

3.9

标况光电效率 standard photovoltaic efficiency

标准工况下，光伏组件将太阳能转化为电能的能力，指 BIPVT 构件的最大输出电功率与入射到 BIPVT 构件的太阳能辐照度的比值，通常用转换效率百分比表示。

3.10

标况光热效率 standard heat transfer efficiency

标准工况下，BIPVT 构件的最大换热功率与入射到 BIPVT 构件的太阳能辐照度的比值。

3.11

太阳能综合利用效率 solar energy integrated utilization efficiency

标准工况下，单位面积构件的光电转换效率与光热转换效率之和。

3.12 产品分类

3.12.1 按应用场景与功能特性分

- a) 屋顶一体化构件
- b) 立面幕墙构件
- c) 遮阳/窗户构件

3.12.2 按光伏电池类型分

- a) 单晶硅型
- b) 多晶硅型
- c) 薄膜型
- d) 其他新型

3.12.3 按换热介质分

- a) 液体冷却型
- b) 空气冷却型

3.12.4 按换热体结构类型分

- a) 管板式
- b) 扁盒式

- c) 翼管式
- d) 平板热管式

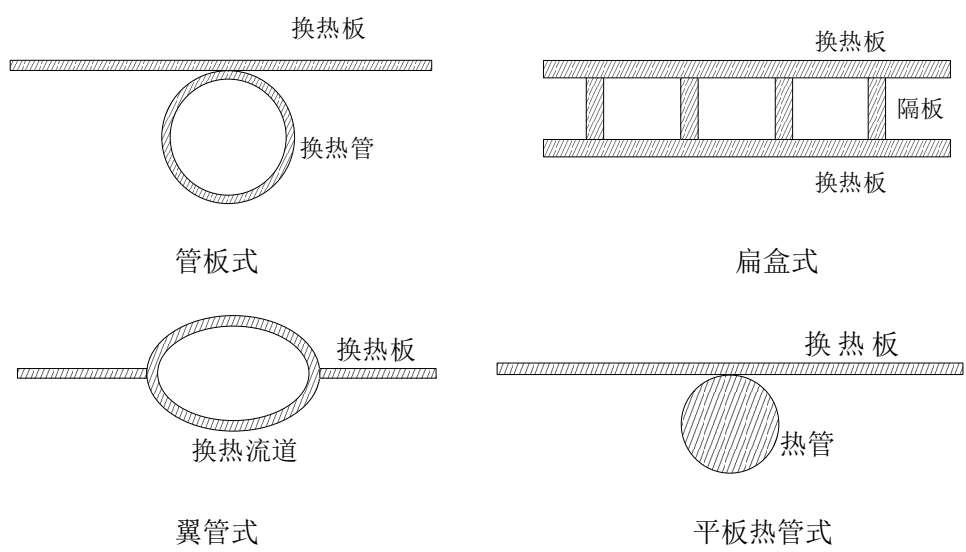
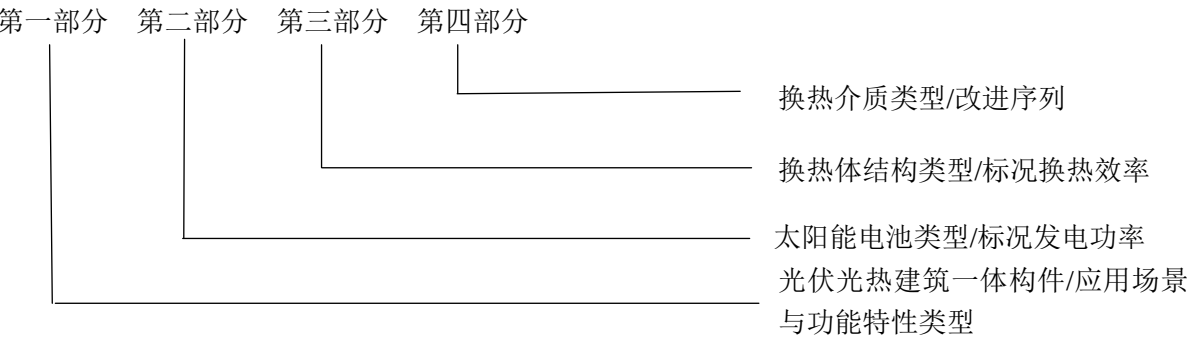


图1 BIPVT构件换热体结构类型示意图

3.13 产品标记

BIPVT 构件产品标记由如下四部分组成：



第一部分：用英文字母 **BIPVT** 表示光伏光热建筑一体化构件；用表 1 所示英文字母表示应用场景与功能特性类型。

表1 应用场景与功能特性类型符号表

应用场景与功能特性类型	屋顶一体化构件	立面幕墙构件	遮阳/窗户构件
符号	W	M	C

第二部分：用表 2 所示的英文字母表示 BIPVT 构件的太阳能电池类型；用阿拉伯数字表示组件的标况发电功率，单位为 W，保留整数位。

表2 太阳能电池类型符号表

太阳能电池类型	单晶硅	多晶硅	薄膜	其他新型
符号	SS	PS	BM	用中文名拼音两位

				大写首字母表示
--	--	--	--	---------

第三部分：用表 3 所示的英文字母表示 BIPVT 构件换热体结构类型；用阿拉伯数字表示组件的标况换热效率，单位为%，保留整数位。

表3 换热体结构类型符号表

换热体结构类型	管板式	扁盒式	翼管式	平板热管式
符号	G	B	Y	R

第四部分：用表 4 所示英文字母表示换热介质种类；用阿拉伯数字表示组件的面积，单位为m²，保留小数点后两位；用阿拉伯数字表示组件的质量，单位为 kg，保留整数位；用阿拉伯数字表示 PVT 组件的改进序列。

表4 换热介质类型符号表

冷却方式种类	液体冷却型	空气冷却型
符号	Y	K

在各相邻部分之间用“-”隔开。

示例

BIPVT/W-SS/450-Y/45-K/2

表示 BIPVT 构件为屋顶型，太阳能电池类型为单晶硅，标况发电功率为 450W，换热体结构为翼管式，标况换热效率为 45%，换热介质为空气冷却式，构件改进序列为第 2 次改进。

4 材料要求

4.1 光伏光热建筑一体化构件 BIPVT 与建筑集成过程中应用的材料及部件的选取应与建筑物外观和使用功能相协调。

4.2 透明盖板

透明盖板应采用防眩光镀膜超白钢化玻璃或透光性和耐候性较好的其他复合材料。技术要求应符合 GB/T 9535 的要求。

4.3 光伏组件

晶硅类光伏组件技术要求应符合 GB/T 9535 中的相关要求。薄膜光伏组件技术要求应符合 GB/T 18911-2018 中的相关要求，其他新型光伏组件技术要求应符合 GB/T 36967-2018 中的要求。

4.4 封装材料

用于光伏组件非太阳直射面的封装材料，对光伏组件起到保护、支撑和绝缘的作用。一般分为三层结构，外层为保护层、中间为绝缘层、内层为粘接层。技术要求应符合 GB/T 31034 中的规定。

4.5 换热体材料

宜选用铝、铜、钢、热管等导热性能好的金属材质或元件，其涂层、基材及焊缝应无裂纹、起泡、剥落及腐蚀。换热体材料均应耐盐雾、耐高温和耐腐蚀。

4.6 密封材料

宜选用优质密封胶条或密封胶，确保构件的防水、防尘、防火性能。

4.7 电气配件

4.7.1 光电接线盒

光电接线盒是光伏组件的光电输出接口，通过汇流条与之连接，形成光伏组件的正负极。技术要求应符合 T/CSIQ 8011 中 5.7 的规定。

4.7.2 光电连接器

光电连接器是连接光电接线盒和外部用电设备（如逆变器、控制器等）的部件，可提供标准的接线端口。技术要求应符合 T/CSIQ 8011 中 5.8 的规定。

4.8 保温层

保温层用于减少 BIPVT 构件背面的热损失，提高组件的蓄热能力，其导热系数应不大于 $0.045\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，其材料标准应符合 GB/T 6424 中表 B.3 的要求。

4.9 换热介质

宜使用高效换热介质，确保光热转换效率。换热介质分为液态换热介质和气体换热介质。常用的液态换热介质有水、防冻液等。常用的气体换热介质为空气。人与换热介质短间接触应不会对身体造成明显伤害，腐蚀性小，与空气混合应不燃烧、不爆炸。

5 结构设计要求

5.1 一体化设计

BIPVT 构件应设计为与建筑结构紧密结合的一体化形式，确保其安装稳固、美观且不影响建筑的整体功能，实现光伏、光热与建筑的完美融合。

5.2 外观与尺寸

BIPVT 构件外观应符合下列要求：

- a) 构件的规格尺寸应与相关建筑部位的设计模数相协调，且应符合现行国家标准 GB/T 50002、GB/T 50006 和 GB/T 50100 的有关规定。
- b) 构件外表面应平整、无划痕、无飞边、无裂纹、无错位、无锈蚀及非工艺性孔洞等，过渡处应圆滑、接缝应严密，焊接点表面应均匀、不粗糙；
- c) 接线盒表面无明显划痕、无破损、无移位、线缆不裸露；
- d) 换热体接管不弯曲、无变形、根部无裂痕。

5.3 稳定性与安全性

结构设计时应充分考虑风压、雪载、地震等自然因素的影响，确保构件在各种极端天气条件下的安全稳定。

5.4 热管理

合理设计热传导路径和换热体结构，避免热积聚导致的效率下降和安全隐患。

6 性能要求

6.1 光伏光热建筑一体化构件的性能应符合现行行业标准 NB/T 11241《光伏光热一体组件技术规范》、JG/T 492《建筑用光伏构件通用技术要求》的相关规定。

6.2 光学性能

构件玻璃盖板的太阳透射比应不小于0.85（AM1.5），玻璃盖板和封装胶膜组合体的太阳透射比应不小于0.60（AM1.5）。

6.3 光电性能

BIPVT 构件的光电性能应符合国家现行有关标准的规定，给出标况发电功率和标况光电效率，其标况光电效率应不低于表 5 的规定。

表5 BIPVT 构件标况光电效率限定值

构件类型		标准工况光电效率（%）
单晶硅型		20
多晶硅型		18
薄膜型	硅基薄膜型	13
其他新型	铜铟镓硒（CIGS）型	15
	碲化镉（CdTe）型	15
	其他薄膜型	14

6.4 换热性能

BIPVT 构件的换热性能应给出正常发电时构件的标况换热功率、标况换热效率和基于换热介质温度的光热效率曲线，且标况换热效率应不低于表 6 中要求的数值。

表6 BIPVT 构件标况换热效率限定值

换热介质		标准工况光热效率
液体	水	35%
	防冻液	30%
空气		30%

6.5 太阳能综合利用效率

标准工况下，构件的太阳能综合利用效率应不低于表5和表6限定的光电效率与光热效率之和。

6.6 压力降

BIPVT 构件应给出基于不同循环工质质量流量的构件压力降曲线，且标准工况下构件进出口的压力降不应高于表 7 中的规定。

表7 BIPVT 构件标况压力降推荐参考上限表

换热介质	压力降（kPa）
水	50

防冻液	60
-----	----

6.7 耐久性能

BIPVT构件应具有良好的耐久性，能够在长期使用过程中保持稳定的性能，不受环境因素的影响。耐久性能包括闷晒性能、空晒性能、外热冲击、内热冲击、耐低温、盐雾腐蚀、换热介质腐蚀、紫外老化、热斑耐久性能等。BIPVT构件的使用寿命不应低于25年。

6.7.1 承压

承压试验后，无漏水、光伏电池片无破裂、隐裂等现象

6.7.2 闷晒性能

BIPVT 构件应无泄漏、无破损、无开裂或其他损坏，光伏电池片无气泡、不发粘。

6.7.3 空晒性能

BIPVT 构件应无破损、无泄漏、无开裂或其他损坏，光伏电池片无气泡、不发粘。

6.7.4 外热冲击

BIPVT 构件的玻璃盖板应无炸裂或裂纹等损坏，玻璃和金属密封处应无变形、炸裂和漏水。

6.7.5 内热冲击

BIPVT 构件应无破损、无开裂、无泄漏、无变形或其他损坏，电池片无隐裂、无气泡、不发粘。

6.7.6 淋雨

淋雨试验后，构件无渗水和破坏

6.7.7 耐低温

BIPVT 构件应无泄漏、无破损、无变形、无褶皱、不松动，部件与工质不应有冻结和损坏。

6.7.8 盐雾腐蚀

BIPVT 构件应无损伤、不松动、不粉化、无明显变色，标况光电效率的衰减率应不大于 5%。

6.7.9 换热介质腐蚀

BIPVT 构件金属材质换热体受换热介质腐蚀的腐蚀速率应不高于表 8 中的数值。

表8 不同金属材质受换热介质腐蚀的腐蚀速率限定表

换热体金属材料	金属试块外观变化	腐蚀速率（mm/a）
T2紫铜	无锈蚀	0.004
JM-A铝或铝合金	无锈蚀	0.003
Q235碳钢	无锈蚀	0.005

6.7.10 紫外老化

试验后构件不应产生显著变色、气泡及浑浊现象,且试验前后构件的可见光透射比相对变化率 ΔT 应不大于 3%, 构件标况光电效率的衰减应不大于 5%。

6.7.11 热斑耐久性能

- a) 外观: 试验后, BIPVT 构件应无严重外观缺陷, 如电池片破裂、封装材料脱层、背板烧毁等情况。
- b) 功率衰减: 在标准试验条件下, 构件的标况光电效率的衰减率应不大于 5%。
- c) 绝缘电阻: 应满足初始试验时的绝缘电阻要求, 以确保电气安全。

6.8 安全性能

构件应满足对应安装部位建筑材料或建筑构件的使用功能、建筑节能、结构安全及电气安全等要求, 包括满足建筑设计的承载、保温、隔热、隔声、防水、抗风压、防护、气密性、采光性等要求。

6.8.1 机械强度

试验后构件应无损坏、无变形、无开裂, 光伏层无断栅、无隐裂。

6.8.2 防火等级

BIPVT 构件应满足所替代部位建筑材料或建筑构件燃烧性能分级和设计要求, 并应符合 GB 8624 和 GB 50016 的相关规定。构件的材料防火等级应在 B1 级及以上。

6.8.3 电气安全

构件光伏部分应符合国家电气安全标准, 具备防雷、防电击等安全措施。构件应配置明显的带电警告标识及电气安全防护设施。

6.8.4 湿漏电流

构件的湿漏电流应不高于 0.05mA。

6.8.5 绝缘性能

试验后构件应无明显击穿和表面起痕现象。构件面积小于 0.1m^2 , 绝缘电阻不小于 $400\text{M}\Omega$; 构件面积大于 0.1m^2 , 绝缘电阻和构件面积的乘积应不小于 $40\text{M}\Omega \cdot \text{m}^2$ 。

6.8.6 其他性能

构件作为幕墙使用时, 其气密性、采光性能和抗风压性能应符合国家现行标准 GB/T 31433、JGJ 113 的有关规定。作为屋面光伏瓦应用时, 其防水性能、承载力、抗风压性能应符合现行国家标准 GB/T 36584-2018 的有关规定。

7 试验方法

7.1 试验顺序

BIPVT 构件两项及以上性能检测时, 试验顺序应按照表 9 中的顺序进行。

在各方均同意或实验室认为有必要而不按表 9 给出的试验顺序时, 试验顺序的改变应在试验结果中给出。

表9 试验顺序

测试顺序	试验项目	试验方法
1	外观	7.2
2	光学性能	7.3
3	机械强度	7.4
4	承压	7.5
5	闷晒性能	7.6
6	空晒性能	7.7
7	外热冲击	7.8
8	内热冲击	7.9
9	淋雨	7.10
10	耐低温	7.11
11	热斑耐久性	7.12
12	紫外老化	7.15
13	盐雾腐蚀	7.13
14	换热介质腐蚀	7.14
15	湿漏电流	7.16
16	绝缘性能	7.17
17	光电性能	7.18
18	换热性能	7.19
19	太阳能综合利用效率	7.20
20	压力降	7.21
21	防火	7.22

7.2 外观

试验在常温下进行，目检 BIPVT 构件的主要部件、外观、标志和与建筑的一体化程度等，记录试验结果。外观检查进行两次，首次检查在各项检测项目之前进行，末次检查在检测项目完成后检测。

7.3 光学性能

7.3.1 选取未钢化的盖板玻璃裁切为 4cm 边长的正方形样品，将其跟盖板玻璃采用相同工艺进行钢化后，按 JC/T 2170-2013 的规定测量太阳透射比。

7.3.2 用测量过太阳透射比的玻璃灌封封装胶膜，待充分交联后，按 JC/T 2170-2013 的规定测量组合体的太阳透射比。

7.4 机械强度

BIPVT 构件机械强度试验按照 GB/T 4271 规定的方法进行，采用钢球撞击和冰球撞击方法进行。
试验后目检并记录构件是否变形，透明盖板是否破碎、褶皱、开裂，目检光伏组件电池片是否移位，是否有碎点、裂纹、断栅，EL 检测仪检测构件电池片是否存在隐裂。

7.5 承压

BIPVT构件承压试验步骤按照GB/T 4271规定的方法进行,压力试验应在环境温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ 范围内或者厂家规定工况下避光进行,试验压力应为生产企业明示的组件最大工作压力的1.2~1.5倍,试验压力应保持至少15 min。

7.6 闷晒性能

换热介质为液体的 BIPVT 构件闷晒试验按照 GB/T 6424 规定的方法进行。

试验后目检并记录构件是否损坏、变形、泄漏,光伏组件电池片是否有断栅、移位,EL 检测仪检测构件电池片是否存在隐裂。

7.7 空晒性能

BIPVT 构件空晒试验按照 GB/T 4271 规定的方法进行。

试验后目检并记录构件是否损坏、变形,光伏组件电池片是否有断栅、移位,EL 检测仪检测构件电池片是否存在隐裂。

7.8 外热冲击

BIPVT 构件外热冲击试验按照 GB/T 4271 规定的方法进行。试验在室外进行,将组件安装在支架上,在太阳辐照度不小于 $800\text{W}/\text{m}^2$ 条件下空晒 2h 后,对组件均匀喷水,喷水水温 $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,喷水流量大于 $150\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,保持喷水 5min,检查并记录组件是否有损坏。

试验后目检并记录透明面层是否破碎、褶皱,电池片是否有断栅、移位,EL 检测仪检测构件电池片是否存在隐裂。

7.9 内热冲击

BIPVT 构件内热冲击试验按照 GB/T 4271 规定的方法进行。

试验后目检并记录换热体是否开裂、变形,电池片是否有断栅、移位,EL 检测仪检测构件电池片是否存在隐裂。

7.10 淋雨

BIPVT构件淋雨试验按照GB/T 6424-2021规定的方法进行。

7.11 耐低温

BIPVT 构件耐低温试验按照 GB/T 4271 规定的方法进行。

试验后目检并记录透明盖板是否破碎、褶皱,电池片是否有断栅、移位,用 EL 测试仪检测光伏电池片是否存在隐裂。

7.12 热斑耐久性

晶体硅型BIPVT构件热斑耐久性测试按 IEC 61215 - 1 - 1:2021规定的方法进行,薄膜型BIPVT构件热斑耐久性测试按IEC 61215 - 1 - 2:2021规定的方法进行。

7.13 盐雾腐蚀

BIPVT 构件盐雾腐蚀的试验按照 GB/T 18912 规定的方法进行。

7.14 换热介质腐蚀

BIPVT 构件的换热介质是乙二醇溶液、防冻液等具有腐蚀性的液体时,应进行换热介质腐蚀试验,

步骤如下：

a) 换热介质试样制备：换热介质根据原液的质量浓度用水按比例稀释至25%wt，稀释方法按SH/T 0065的规定执行；

b) 金属试块制备：使用符合HG/T 3523规定的T2紫铜试片或者JM-A铝合金试片或者Q235碳钢试片，试片尺寸如下：长×宽×厚（50.0±0.1）mm×（25.0±0.1）mm×（2.0±0.1）mm，其光洁度为▽7；试片挂孔φ（4.0±0.1）mm，光洁度为▽4，试片总面积28.00cm²。

c) 试分别向3个容器中加入换热介质试样约100mL，再向3个容器中分别加入一块试片，加盖，在室温（25℃）下放置24小时，取出试块，用干净的滤纸擦拭并吸干，然后目测观察试片表面的变化；3个试片表面均无锈蚀，报告为无腐蚀。

d) 若目测观察试片表面有锈蚀，报告为有锈蚀，腐蚀速率的测算按GB/T 18175的规定执行。

7.15 紫外老化

BIPVT构件紫外老化试验方法按GB/T 19394的规定进行。

7.16 湿漏电流

BIPVT 构件湿漏电流试验按照 IEC 61215-2021 规定的方法进行。

7.17 绝缘性能

BIPVT 构件绝缘性能试验按照 IEC 61215-2021 规定的方法进行。

7.18 光电性能

7.18.1 试验条件

试验在室内模拟太阳环境中进行，环境温度25℃±1℃，构件表面的太阳辐照度1000W/m²±100W/m²，风速不大于2m/s，AM1.5，环境相对湿度不超过70%。

7.18.2 试验程序

按30°倾角安装组件。达到标准工况后，根据组件的总面积，以0.01kg/（s·m²）或制造商指定的流量向构件分别输入15℃±0.5℃、25℃±0.5℃、35℃±0.5℃、45℃±0.5℃、55℃±0.5℃、65℃±0.5℃（或生产企业指定的最高工作温度）的换热介质，记录构件进、出口处介质温度*t_i*和*t_o*，待构件进、出口换热介质温度差值小于5℃且构件出口换热介质温度变化小于1℃后，按GB/T 6495.1-2022规定的方法测量BIPVT构件的最大功率点输出电功率*P_{max}*。

7.18.3 结果处理

标准发电效率按式（1）计算：

$$\eta_e = \frac{P_{\max}}{GA_{\text{BIPVT}}} \quad (1)$$

式中：

η_e ——标准发电效率，%；

$P_{\max}$ ——BIPVT构件最大功率点输出电功率，W；

G ——BIPVT构件采光面上平均辐照度，W/m²；

A_{BIPVT} ——BIPVT构件总面积，m²。

基于换热介质温度的光电效率系数 K 按式(2)计算:

$$K = \frac{P_{\max,tm}}{0.5(t_i + t_o)} + C \quad (2)$$

式中:

K ——基于换热介质温度的光电效率系数, $W/^\circ C$;

$P_{\max,tm}$ ——基于换热介质温度的最大输出电功率, W ;

t_i ——BIPVT构件介质进口平均温度, $^\circ C$;

t_o ——BIPVT构件介质出口平均温度, $^\circ C$;

C ——一次拟合常数。

7.19 换热性能

7.19.1 试验条件

试验在日间段室内模拟太阳环境中进行,环境温度 $25^\circ C \pm 1^\circ C$,构件表面的太阳辐照度 $1000W/m^2 \pm 100W/m^2$,风速不大于 $2m/s$,AM1.5,环境相对湿度不超过70%。

7.19.2 试验程序

按 30° 倾角安装组件。达到标准工况后,根据组件的总面积,以 $0.01kg/(s \cdot m^2)$ 或制造商指定的流量向构件分别输入 $15^\circ C \pm 0.5^\circ C$ 、 $25^\circ C \pm 0.5^\circ C$ 、 $35^\circ C \pm 0.5^\circ C$ 、 $45^\circ C \pm 0.5^\circ C$ 、 $55^\circ C \pm 0.5^\circ C$ 、 $65^\circ C \pm 0.5^\circ C$ (或生产企业指定的最高工作温度)的换热介质,记录构件进、出口处介质温度 t_i 和 t_o 。

试验在日间时段进行,构件连接负载且工作在最大功率点,在标准工况下,待构件进、出口换热介质温差小于 $5^\circ C$ 且构件出口换热介质温度变化小于 $1^\circ C$ 后,记录构件进、出口处介质温度 t_i 和 t_o 。

7.19.3 结果处理

标况换热功率 $Q_{BIPVT-1}$ 按公式(3)所示计算。

$$Q_{BIPVT-1} = \dot{m}_f c_p (t_o - t_i) \quad (3)$$

式中:

$Q_{BIPVT-1}$ ——BIPVT构件标况换热功率, kW ;

c_p ——液体的定压比热, $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$;

t_i ——BIPVT构件介质进口平均温度, $^\circ C$;

t_o ——BIPVT构件介质出口平均温度, $^\circ C$;

$\dot{m}_f$ ——液体的质量流量, kg/s 。

标况换热效率按公式(4)所示计算。

$$\eta_h = \frac{Q_{BIPVT}}{GA_{BIPVT}} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

Q_{BIPVT} ——BIPVT构件的标况换热功率, kW 。

按照公式（3）测算构件不同平均温度时的标况换热功率，按公式（4）计算构件不同平均温度时的标况换热效率，拟合得出 BIPVT 构件的换热效率曲线。

7.20 太阳能综合利用效率

太阳能综合利用效率按公式（5）所示计算。

$$\eta=\eta_e+\eta_h \tag{5}$$

7.21 压力降

压力降的试验方法按GB/T 4271的规定进行。

7.22 防火

防火试验按照GB/T 36963-2018规定的方法进行。

8 检验规则

8.1 检验类型

BIPVT 构件产品检验分为出厂逐件检验、出厂抽样检验和型式检验。

8.1.1 出厂逐件检验

- a) 每个 BIPVT 构件产品在出厂前必须进行出厂逐件检验。
- b) 出厂逐件检验中，凡是各项检验全部合格者，判为合格产品。要求逐件检验的项目，凡有一项检验不合格者，即为不合格产品。

8.1.2 出厂抽样检验

- a) 每一生产批次 BIPVT 构件产品在出厂前必须进行出厂抽样检验。
- b) 出厂抽样检验中，要求在每一生产批次中抽取一件产品进行检验的项目，项目检验不合格时，应在该批次中再抽取两件产品进行检验，再次检验两件均应合格，否则该批次产品为不合格产品。

8.1.3 型式检验

在正常情况下，每年应至少进行一次型式检验。产品有下列情况之一时，应随时进行型式检验：

- a) 新产品试制定型时；
- b) 老产品转厂生产试制定型时；
- c) 改变产品结构、材料、工艺而影响产品性能时；
- d) 停产超过 1 年，再恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

型式检验样品是在出厂检验合格的产品中随机抽取，抽取的样品不少于一台。

型式检验项目按本标准第 7 章进行，结果应符合本标准要求。

8.2 检验项目

检验项目见表 10。

表10 检验项目

序号	项目	技术要求	试验方法	出厂逐件检验	出厂抽样检验	型式检验
1	外观	5.2	7.2	√	—	√
2	光学性能	6.2	7.3	—	—	
3	机械强度	6.3	7.4	—	√	
4	承压	6.7.1	7.5	√	—	
5	闷晒性能	6.7.2	7.6	—	—	
6	空晒性能	6.7.3	7.7	—	—	
7	外热冲击	6.7.4	7.8	—	—	
8	内热冲击	6.7.5	7.9	—	—	
9	淋雨	6.7.6	7.10	—	—	
10	耐低温	6.7.7	7.11	—	—	
11	热斑	6.7.11	7.12	—	—	
12	紫外老化	6.7.10	7.15	—	—	
13	盐雾腐蚀	6.7.8	7.13	—	—	
14	换热介质腐蚀	6.7.9	7.14	—	—	
15	湿漏电流	6.8.4	7.16	—	√	
16	绝缘性能	6.8.5	7.17	√	—	
17	光电性能	6.3	7.18	—	—	
18	换热性能	6.4	7.19	—	—	
19	太阳能综合利用效率	6.5	7.20	—	—	
20	压力降	6.6	7.21	—	—	
21	防火	6.8.2	7.22	—	—	
注：“√”为须检项目，“—”为不检项目						

8.3 组批抽样

8.3.1 抽样说明

所有测试均采用随机抽样。

8.3.2 组批规则和抽样方案

- a) 出厂抽样检验样品应在出厂逐台检验合格的产品中随机抽取 1 块~3 块进行。
- b) 型式检验应在出厂抽样检验合格的产品中随机抽取 1 块~2 块进行。

8.4 合格判定

- a) 出厂逐件检验的检验项目合格，判为合格产品。
- b) 出厂抽样检验的检验项目全部合格，则该批合格；有一项不合格，则该批不合格。
- c) 型式检验的检验项目全部合格，判为合格产品；有一项不合格，判为不合格产品。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 应在构件下方设立清晰、不易消除的铭牌，具体内容应结合产品自身的特性确定，宜包含下述内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 商标；
- d) 制造商名称和地址；
- e) 外形尺寸；
- f) 标况发电功率；
- g) 标况换热功率；
- h) 标况光电效率；
- i) 标况换热效率；
- j) 工作电压；
- k) 开路电压；
- l) 短路电流；
- m) 工作介质；
- n) 承压；
- o) 标准流量；
- p) 压力降；
- q) 构件重量；
- r) 制造日期或生产批号。

9.1.2 铭牌保证能够抵抗 10 年以上的自然环境的侵害而不脱落，铭牌上的字迹不能轻易抹掉。

9.2 包装

9.2.1 外包装应捆扎牢固，并应符合 GB/T 13384 的规定。

9.2.2 外包装箱上相应明显地印有“易损品”、“轻放”、“勿倒置”和“防雨”字样。

9.2.3 构件应有遮光防护装置，主要部件之间应有防护层予以分隔，包装箱中应附有产品合格证、装箱单及安装、使用、保养、维护内容的说明书。

9.3 运输

BIPVT 构件在装卸和运输过程中，不应遭受强烈颠簸、挤压、踩踏、抛掷，不得受潮雨淋。

9.4 贮存

- a) BIPVT 构件应存放在通风、干燥的仓库内，不应露天堆放。
- b) BIPVT 构件不得与易燃物品及化学腐蚀物品混放。