

T/CI

团 体 标 准

T/CI XXXX—20XX

钙钛矿叠层电池技术规范

Technical specification for calcium-titanium ore stacked batteries

(征求意见稿)

20XX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 实施

中国国际科技促进会 发 布

目 次

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 技术要求..... 1

 4.1 材料要求..... 1

 4.2 结构要求..... 1

 4.3 性能要求..... 2

 4.4 制备工艺要求..... 2

 4.5 可靠性要求..... 2

 4.6 光学性能要求..... 2

 4.7 安全性要求..... 2

 4.8 尺寸和形状..... 3

 4.9 包装标识..... 3

5 检验规则..... 3

 5.1 出厂检验..... 3

 5.2 型式检验..... 3

 5.3 抽样检验..... 3

6 运输和贮存..... 3

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。

本文件由中国国际科技促进会提出并归口。

本文件牵头起草单位：北京通标华信标准技术有限公司等。

本文件参与起草单位：

本文件主要起草人：

征求意见稿

钙钛矿叠层电池技术规范

1 范围

本文件规定了钙钛矿叠层电池技术规范的术语和定义、技术要求、检验规则、运输和贮存等。
本文件适用于各类钙钛矿叠层电池。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 6378.1 计量抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的对单一质量特性和单个AQL的逐批检验的一次抽样方案

GB/T 6495.2 光伏器件 第2部分：标准太阳电池的要求

GB/T 11026.1 电气绝缘材料 耐热性 第1部分：老化程序和试验结果的评定

GB/T 25075 太阳能电池用砷化镓单晶

GB/T 25076 太阳能电池用硅单晶

GB/T 26071 太阳能电池用硅单晶片

GB/T 26072 太阳能电池用锗单晶

GB/T 29054 太阳能电池用铸造多晶硅块

GB/T 29055 太阳能电池用多晶硅片

GB/T 30859 太阳能电池用硅片翘曲度和波纹度测试方法

IEC 61215 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval

IEC 61730 Photovoltaic (PV) module safety qualification

中华人民共和国环境保护法（1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过 2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订）

3 术语和定义

GB/T 26071、GB/T 29055等相关标准及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 钙钛矿叠层电池技术 Tandam solar cell Technology of Perovskite

采用至少一种钙钛矿材料作为吸光层材料，或者两种不同带隙的钙钛矿材料作为吸光层，通过2端串联实现光电耦合，或3端串联光耦合电互联，或4端机械堆叠仅光耦合，实现对太阳能光谱的充分吸收和利用，降低单节光伏电池热化损失，突破单节电池效率极限的一类叠层太阳能电池。其他吸光层材料包括但不限于硅光伏常用的窄带隙晶体硅材料；铜铟镓锡、碲化镉、砷化镓、铜锌锡硫等薄膜光伏材料；以及用于OPV的有机吸光层材料。

4 技术要求

钙钛矿叠层电池技术要求具体要求见表1。

表1 技术要求细则

类别	要求项	具体要求
材料要求	钙钛矿吸光层材料	良好稳定性、纯度 $\geq 99\%$ ；粒径分布均匀，材料制备工艺成熟、批次重复稳定性大于98%等
	其他吸光层材料	原材料稳定、制备工艺成熟稳定、环境友好、无毒或低毒
	辅材	成本低、工艺简单、化学稳定性；环保、无毒无害
结构要求	叠层结构设计	上下电池工艺兼容性较好、各层制备工艺简单成熟、维持高效率同时兼容良好的器件稳定性、可扩展性具有产业化前景。满足实际运行需求
	封装要求	低温工艺 $\leq 130^{\circ}\text{C}$ ，至少满足IEC61215相关测试标准
性能要求	光电转换效率	166*166mm ² 及以上尺寸叠层电池效率，大于任意子吸光层单节电池最高效率
	稳定性	封装后电池或者组件至少满足IEC61215相关稳定性测试
	均匀性	电池效率一致性良品率 $\geq 95\%$
	安全性	防火、防爆、防漏电等安全措施，满足IEC61730光伏电池相关安全测试标准
制备工艺要求	清洁度控制	工厂万级洁净间、钙钛矿相关核心工艺段至少满足千级
	温度控制	恒温恒湿，参考温度18-25 $^{\circ}\text{C}$ 湿度 $\leq 30\%$
	膜层均匀性	工艺稳定，厚度均匀，不均匀度小于5%
可靠性要求	抗热冲击性能	承受温度变化，性能稳定满足IEC61215DH HF TC测试要求
	抗外力性能	承受外部应力性能稳定，满足IEC61215机械荷载测试要求
	长期稳定性测试	电池寿命必须达到设计使用寿命，性能不得低于初始标称功率的80%
光学性能要求	光吸收率	材料具有高消光系数完全吸收太阳光谱
	反射率	入光面做减反射处理降低反射率
	光谱响应	2端叠层宽窄带隙吸光层材料与光源光谱分布严格匹配；3端和4端不做特别要求？
安全性要求	机械性能	良好机械强度，满足IEC61215机械荷载测试
	防火性能	良好防火性能，满足IEC61730光伏电池相关安全测试标准
	防漏电性能	良好防漏电性能，满足IEC61730光伏电池相关安全测试标准
	环保要求	满足国家环保要求，少使用有毒有害物质
尺寸和形状	电池尺寸	按照用户要求定制
	尺寸公差	遵循GB/T 1804等相关标准
包装标识	文字和图案	清晰可辨，耐磨损，不易脱落
	信息内容	产品名称、型号、生产日期等

4.1 材料要求

4.1.1 钙钛矿材料

叠层电池产品选用的钙钛矿材料应具有良好的稳定性、纯度 $\geq 99\%$ ；粒径分布均匀，材料制备工艺成熟、批次重复稳定性大于98%，以保证电池性能的稳定性和可靠性。

4.1.2 辅助材料

电池制备过程中所使用的导电材料、封装材料等辅助材料应具有良好的导电性、耐候性和化学稳定性。辅助材料应满足国家规定的环保要求，优异的可再生利用性，且在使用过程中不会对钙钛矿材料造成污染或破坏。

4.2 结构要求

4.2.1 叠层结构设计

- a) 叠层电池的结构设计应充分考虑光吸收、电荷分离和传输等因素，以实现高效的光电转换。
- b) 各层之间的界面应清晰、无缺陷，以保证电荷的有效传输和收集。
- c) 叠层结构应具有足够的机械强度，以抵抗外界环境的冲击和振动。
- d) 下电池工艺兼容性较好、各层制备工艺简单成熟、维持高效率同时兼容良好的器件稳定性以及大面积可扩展性具有产业化前景。满足户外实际运行需求

4.2.2 封装要求

- a) 电池的封装应严密可靠，能够有效防止水分、氧气等有害物质的侵入，保证电池的稳定性 and 寿命。
- b) 封装材料应具有良好的密封性和耐候性，能够在各种环境条件下保持稳定的性能。

4.3 性能要求

4.3.1 光电转换效率

钙钛矿叠层电池的光电转换效率 $166*166\text{mm}^2$ 以上尺寸原则上不得低于25%。在不同光照条件和温度范围内，电池的效率应保持相对稳定，无明显的性能衰减，满足IEC61215相关稳定性测试。

4.3.2 稳定性

电池在长期运行过程中应保持良好的稳定性，无明显的性能退化现象。电池的寿命必须达到设计预期的使用年限，性能不得低于90%。

4.3.3 均匀性

电池的介电性能应具有良好的均匀性，降低不同位置的电池单元之间的性能差异，有助于保证电池在实际应用中的一致性和可靠性，效率一致性良品率 $\geq 95\%$

4.3.4 安全性

电池在制备、使用和回收过程中应满足相关的安全要求，无明显的安全隐患。电池应具有防火、防爆、防漏电等安全措施，确保人员和设备的安全，遵循GB 31241等相关标准。

4.4 制备工艺要求

4.4.1 清洁度控制

在制备过程中，生产单位应严格控制工作环境的清洁度，防止尘埃、杂质等污染物进入电池内部。制备车间应设有空气净化系统，并定期清洁和消毒。参考范围车间10000级，根据不同路线工艺需求，钙钛矿电池核心工艺确保真空或者惰性保护氛围，并且至少千级以上洁净度。

4.4.2 温度控制

叠层电池产品选用的钙钛矿材料的性能对温度和水分较为敏感，因此制备过程中应严格控制温湿度。各环节的温度应精确控制在设定的范围内，一般要求温度 $18\sim 25^\circ\text{C}$ 可调；湿度控制在30%及以下可调，以确保材料的性能和电池的结构稳定。

4.4.3 膜层均匀性

钙钛矿叠层电池的各层涂层应均匀、一致，无明显的厚薄不均、开裂、脱落等异常现象。涂层厚度应满足设计要求，且各层之间的界面应清晰、平滑。

4.5 可靠性要求

4.5.1 抗热冲击性能

电池应具有良好的抗热冲击性能，满足IEC61215DH HF TC测试要求，能够承受一定范围的温度变化而不出现性能退化或结构破坏。

4.5.2 抗外力性能

电池应能够承受一定的外部应力，包括但不限于跌落、振动等，而不出现明显的性能下降或结构损伤。满足IEC61215机械荷载测试要求

4.5.3 长期稳定性测试

电池寿命必须达到设计使用寿命，性能不得低于初始标称功率或者效率的80%以上。

4.6 光学性能要求

4.6.1 光吸收率要求

电池应具有高光吸收率，特别是在可见光和近红外光谱范围内。

4.6.2 反射率要求

电池应具有低反射率，以减少光的损失。

4.6.3 光谱响应要求

电池的光谱响应与光源的光谱分布相匹配，其中2T叠层严格匹配，3T和4T不做严格要求以综合效率和输出功率最佳作为参考原则。

4.7 安全性要求

4.7.1 机械性能

电池应具有足够的机械强度，以承受一定的外部压力，确保在弯曲、扭曲等形变条件下应保持良好的介电性能和结构完整性。满足IEC61215机械荷载测试

4.7.2 防火性能

电池应具有良好的防火性能，能够在一定时间内阻止火势的蔓延。电池材料应选用阻燃性能好的材料，并采取相应的防火措施。满足IEC61730光伏电池相关安全测试标准

4.7.3 防漏电性能

电池应具有良好的防漏电性能，确保在使用过程中不会发生漏电事故。电池的绝缘性能应符合GB/T 11026.1等相关国家标准要求。满足IEC61730光伏电池相关安全测试标准

4.7.4 环保要求

电池的制备和使用过程中应满足国家环保要求，尽可能少使用有毒有害物质。废旧电池的回收和处理应符合相关环保法规，防止对环境造成污染。

4.8 尺寸和形状

4.8.1 形状

电池的厚度、宽度和长度应根据钙钛矿叠层情况和用户的具体要求定制。

4.8.2 尺寸

电池的尺寸公差应遵循GB/T 1804等相关标准规定。

4.9 包装标识

4.9.1 包装上的文字和图案应清晰可辨，耐磨损，不易脱落，以便于长期识别。遵循 GB/T 191等相关标准。

4.9.2 包装的信息内容包括但不限于产品名称、规格型号、生产日期、生产批号、有效期、生产商等重要信息。

5 检验规则

5.1 出厂检验

电池产品出厂前应进行出厂检验，检验项目应遵循GB/T 8897.2等相关国家标准。

5.2 型式检验

电池产品发生以下情况之一时进行：

- 新产品试制完成时；
- 正式生产后，每年至少进行一次；
- 原材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

5.3 抽样检验

每批电池应进行抽样检验，抽样比例不得低于 5%。低于 E. II 类则算作不合格产品，抽样方法遵循 GB/T 6378.1 等相关标准。

6 运输和贮存

运输过程中应防止碰撞和机械损伤。

6.1 贮存

6.2.1 贮存条件

根据电池特性调整仓库的温度和湿度，防止电池损坏。保持仓库清洁，定期消杀，避免产品受到外界污染。

6.2.2 库存管理

应遵循先进先出（FIFO）原则，确保货物的流转，避免过期产品积压。建议使用条形码等技术进行库存管理，提高效率和准确性。
