

# 团 体 标 准

T/CPIA 0067—2024

## 钙钛矿光伏电池用碘化铅

Lead (II) iodide for perovskite photovoltaic cells



2024 - 03 - 10 发布

2024 - 03 - 15 实施

中国光伏行业协会 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 符号 ..... 1

5 要求 ..... 1

6 试验方法 ..... 2

    6.1 物理指标 ..... 3

    6.2 化学指标 ..... 3

7 检验规则 ..... 3

    7.1 抽样 ..... 3

    7.2 采样方法 ..... 4

    7.3 检验 ..... 4

    7.4 判定规则 ..... 4

    7.5 样品保存 ..... 4

8 包装、标志、运输和贮存 ..... 4

    8.1 包装 ..... 4

    8.2 标志 ..... 5

    8.3 运输 ..... 5

    8.4 贮存 ..... 5

9 订货单内容 ..... 5

附录 A（规范性） 光伏电池用碘化铅溶解性测定方法 ..... 6



# 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。

本文件由中国光伏行业协会标准化技术委员会提出。

本文件由中国光伏行业协会标准化技术委员会归口。

本文件主要起草单位：浙江铨太科技有限公司、中南大学、中国电子技术标准化研究院、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、比亚迪股份有限公司、国家电投集团科学技术研究院有限公司、国家太阳能光伏产品质量检验检测中心、杭州纤纳光电科技有限公司、昆山协鑫光电材料有限公司、隆基绿能科技股份有限公司、仁烁光能（苏州）有限公司、天合光能股份有限公司、中核光电科技（上海）有限公司。

本文件主要起草人：刘芳洋、李震宇、李其聪、颜步一、赵志国、张赞、周养盈、郑艾彬、赵晓霞、黄文浩、李梦洁、田清勇、何博、谭海仁、曾海鹏、郑德旭。





# 钙钛矿光伏电池用碘化铅

## 1 范围

本文件规定了钙钛矿光伏电池用碘化铅的术语、符号、要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

本文件适用于钙钛矿光伏电池用碘化铅材料的生产和检验。

## 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 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划  
GB/T 5314 粉末冶金用粉末—取样方法  
GB/T 6283 化工产品中水分含量的测定卡尔·费休法（通用方法）  
GB/T 9174 一般货物运输包装通用技术条件  
GB/T 19077 粒度分布 激光衍射法  
GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）  
GB/T 26497 电子天平  
GB/T 28724 固体有机化学品熔点的测定 差示扫描量热法  
GB/T 30902 无机化工产品 杂质元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)  
GB/T 30904 无机化工产品 晶型结构分析 X射线衍射法  
GB/T 36590 高纯银化学分析方法 痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法  
JJF 1961 纯度标准物质定值计量技术规范 高纯金属纯度标准物质  
ISO 3664 图形技术与摄影观看条件(Graphic technology and photography-Viewing conditions)

## 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

## 4 符号

下列符号适用于本文件：

- $D_{10}$ ——碘化铅材料中累计粒度分布体积百分数达到10%时所对应的的粒径，单位为微米（ $\mu\text{m}$ ）；  
 $D_{50}$ ——碘化铅材料中累计粒度分布体积百分数达到50%时所对应的的粒径，单位为微米（ $\mu\text{m}$ ）；  
 $D_{90}$ ——碘化铅材料中累计粒度分布体积百分数达到90%时所对应的的粒径，单位为微米（ $\mu\text{m}$ ）。

## 5 要求

光伏电池用碘化铅的技术指标应符合表1中的规定。

表 1 光伏电池用碘化铅的技术指标

| 类别   | 项目                      | 单位              |     | 技术指标                                                                                                                   |
|------|-------------------------|-----------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 物理指标 | 外观                      | —               |     | 明黄色粉末或晶体，颜色均一                                                                                                          |
|      | 粒径                      | D <sub>10</sub> | μ m | 0.2~10                                                                                                                 |
|      |                         | D <sub>50</sub> |     | 10~20                                                                                                                  |
|      | 粒径                      | D <sub>90</sub> | μ m | 20~40                                                                                                                  |
|      | 溶解性                     | —               |     | 溶液温度调整为(25±1)℃下，≥1.8 mmol PbI <sub>2</sub> 可溶解于1 mLDMF 溶剂、DMSO 溶剂或DMF 与DMSO 的混合溶剂中的任意一种溶剂条件，溶液澄清透明，呈明黄色，放置12 小时时无晶体析出。 |
|      | 物相                      | —               |     | 属于六方晶系，空间群为P3m1，与标准卡片PDF#07-0235 吻合                                                                                    |
|      | 熔点                      | K               |     | 675±5                                                                                                                  |
| 化学指标 | Pb/I 原子比                | —               |     | ≈1:2 (±0.5%)                                                                                                           |
|      | 水分含量 (H <sub>2</sub> O) | %               |     | ≤0.01                                                                                                                  |
|      | 碳 (C)                   | %               |     | ≤0.05                                                                                                                  |
|      | 纯度                      | %               |     | 将碘化铅纯度分为≥98%、≥99%、≥99.9%、≥99.99%、≥99.999%等                                                                             |
|      | 钾 (K)                   | ug/g            |     | ≤20                                                                                                                    |
|      | 钙 (Ca)                  | ug/g            |     | ≤20                                                                                                                    |
|      | 钠 (Na)                  | ug/g            |     | ≤20                                                                                                                    |
|      | 镁 (Mg)                  | ug/g            |     | ≤5                                                                                                                     |
|      | 铝 (Al)                  | ug/g            |     | ≤5                                                                                                                     |
|      | 磷 (P)                   | ug/g            |     | ≤5                                                                                                                     |
|      | 硫 (S)                   | ug/g            |     | ≤5                                                                                                                     |
|      | 铁 (Fe)                  | ug/g            |     | ≤1                                                                                                                     |
|      | 钴 (Co)                  | ug/g            |     | ≤1                                                                                                                     |
|      | 镍 (Ni)                  | ug/g            |     | ≤1                                                                                                                     |
|      | 铜 (Cu)                  | ug/g            |     | ≤1                                                                                                                     |
|      | 锌 (Zn)                  | ug/g            |     | ≤1                                                                                                                     |
|      | 氯 (Cl)                  | ug/g            |     | ≤5                                                                                                                     |

6 试验方法



## 6.1 物理指标

### 6.1.1 外观

自然光条件下目视观察。按照ISO 3664规定的光源进行测定。

### 6.1.2 粒径

按照GB/T 19077的规定进行测定。

### 6.1.3 溶解性

按照附录A的规定进行测定。

### 6.1.4 物相

按照GB/T 30904的规定进行测定。

### 6.1.5 熔点

按照GB/T 28724的规定进行测定。

## 6.2 化学指标

### 6.2.1 原子比

原子比按公式（1）计算：

$$\frac{N_{Pb}}{N_I} = \left( \frac{w_{Pb}}{M_{Pb}} \right) / \left( \frac{w_I}{M_I} \right) \quad (1)$$

式中：

$N_{Pb}$ ——碘化铅中 Pb 原子的粒子数；

$N_I$ ——碘化铅中 I 原子的粒子数；

$w_{Pb}$ ——碘化铅中 Pb 的质量分数，单位为微克每克（ug/g）；

$M_{Pb}$ ——碘化铅中 Pb 的相对分子质量；

$w_I$ ——碘化铅中 I 的质量分数，单位为微克每克（ug/g）；

$M_I$ ——碘化铅中 I 的相对分子质量；

铅含量按照 GB/T 36590 的规定进行测定。

碘含量按照 GB/T 36590 的规定进行测定。

### 6.2.2 水分含量（H<sub>2</sub>O）

按照 GB/T 6283 的规定进行测定。

### 6.2.3 碳含量测定

按照 GB/T 20123 的规定进行测定。

### 6.2.4 纯度测定

按照 JJF 1961 的规定进行测定。

### 6.2.5 钾、钙、钠、镁、铝、磷、硫、铁、钴、镍、铜、锌含量的测定

按照GB/T 30902的规定进行测定。

### 6.2.6 氯含量测定

按照GB/T 36590的规定进行。

## 7 检验规则

### 7.1 抽样

按 GB/T 2828.1 规定进行抽样。

## 7.2 采样方法

### 7.2.1 采样

按 GB/T 5314 规定采样。

### 7.2.2 样品标签

样品盛入样品瓶后，立即在外壁贴上标签。标签包括但不限于下列内容：

- a) 样品名称；
- b) 样品批次；
- c) 样品量；
- d) 采样日期；
- e) 采样者姓名。

## 7.3 检验

### 7.3.1 检验分类

检验分为：

- a) 出厂检验；
- b) 型式检验。

### 7.3.2 出厂检验

按本文件表1中要求，每批次的碘化铅所列指标项目均为出厂检验项目，检验合格后方可出厂。

### 7.3.3 型式检验

对本文件表1中所列技术指标全部进行检验。在有下列情况之一时，必须进行型式检验：

- a) 新产品投产和老产品转产；
- b) 原材料型号、供货厂家等有变更时；
- c) 生产设备停产三个月以上恢复生产时；
- d) 结构、工艺或材料有重大改变时；
- e) 国家市场监督管理总局提出进行型式检验要求时；
- f) 相关方有特殊要求时。

## 7.4 判定规则

产品出厂检验项目符合表1中的全部技术指标为合格品，若有一项指标达不到要求，应从同批产品的取样袋中按GB/T 2828.1的要求加倍取样对不合格项复检，以复检结果为最终结果。不能归于表1中产品类别或有特殊要求的产品由供需双方协商要求判断是否合格。

在型式检验中，有任何一项不合格，判定为不合格。

## 7.5 样品保存

7.5.1 于避光、干燥的环境（氮气或惰性气体）中，储存温度在（10~35）℃，保持包装完整。

7.5.2 本产品自生产日期起保质期为6个月，建议尽早使用，超过6个月后建议在使用前重新进行技术指标检测。

## 8 包装、标志、运输和贮存

### 8.1 包装

本文件所列材料的包装规格包括但不限于以下内容：

- a) 产品按供需方需求确定；

- b) 产品密封包装，防潮，避光保存，主要规格有 1 kg、500 g、100 g、50 g、10 g、2 g 等，如有特殊重量要求的包装由供需双方商定。

## 8.2 标志

碘化铅每个包装袋正面应有醒目的标志，包装储运图示标志符合GB/T 191要求，包装标签应包含以下内容：产品名称、CAS号、规格、批号、生产厂家、有效期、纯度、存储条件、危险标识和警示说明等。也可根据相关方需求进行标识（需求需符合相关危险性防范的要求）。在出厂时应附上产品的化学品安全技术说明书（MSDS）。

## 8.3 运输

产品运输标识应符合GB/T 9174中运输包装收发货标志的规定，应避免与可使产品变质或使包装损坏的物品混存、混运。

## 8.4 贮存

本文件所列材料的贮存条件包括但不限于以下内容：

- a) 产品应贮存于避光、干燥的环境（氮气或惰性气体）中保存，堆放整齐、清洁，注册商标、生产批号、生产日期等标志能清晰辨认；
- b) 储存和运输过程中应保证产品的包装清洁和不破损，凡漏出包外的产品，不得返入包内；
- c) 产品保质期 6 个月。

## 9 订货单内容

本文件所列材料的订货单内容包括但不限于以下内容：

- a) 本标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 规格型号或相关技术要求；
- d) 数量；
- e) 交货日期；
- f) 其他相关信息。

  
中国光伏行业协会  
China Photovoltaic Industry Association

附 录 A  
(规范性)  
光伏电池用碘化铅溶解性测定方法

A.1 范围

本附录适用于光伏电池用碘化铅溶解性的测定。

A.2 溶解性测试

溶解性测试是将产品溶解于一定量的指定溶剂中，充分打散溶解后，观察溶液的溶解情况。

A.3 试剂及材料

所需要的试剂及材料如下：

- a) 玻璃样品瓶：普通透明玻璃样品瓶；
- b) 二甲基亚砜(DMSO)（无水溶剂级）；
- c) N,N-二甲基甲酰胺(DMF)（无水级，99.8%）。

A.4 仪器与设备

A.4.1 称量设备

天平：应符合GB/T 26497规定

A.4.2 振荡设备

漩涡振荡器：固定转速2800 rpm。

A.4.3 测试步骤

取一个玻璃样品瓶，贴上标签（包括产品名称、批次、实验条件实验日期），将溶液温度调整为 $(25 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 条件下，用称量勺称量0.83 g碘化铅于瓶中，吸取1 mL DMSO溶剂或DMF溶剂或（DMF与DMSO的混合溶剂中的任意一种溶剂条件）加入。用振荡器将待测物料悬浊液振荡20 分钟后，从各个角度观察物料的溶解情况；并静置12 小时后，观察物料的析出情况。

A.4.4 结果

完全溶于溶剂，呈澄清透明状，颜色呈明黄色，且无肉眼可见杂质；静置12 小时后溶液依旧呈澄清透明状，颜色呈明黄色，且无肉眼可见杂质。

A.4.5 试验报告

应至少包含但不仅限于内容：

- a) 生产批号、日期、测试时间、测试地点及测试人员等；
- b) 实验结果；
- c) 在测定中出现的异常表现；
- d) 测试中未按本附录的操作步骤或是自由选择的试验条件。