



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 晶体硅光伏组件回收处理方法 物理法

Test method for recovery process of Crystal silicon photovoltaic module by physical method

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 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 基本原则 .....            | 3  |
| 5 基本要求 .....            | 3  |
| 6 晶体硅光伏组件各组成部分的处理 ..... | 4  |
| 7 指标 .....              | 10 |
| 8 管理 .....              | 11 |
| 附录 A（资料性） 光伏组件示意图 ..... | 12 |
| 附录 B（资料性） 数据统计 .....    | 14 |
| 参考文献 .....              | 18 |

## 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。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国建筑用玻璃标准化技术委员会（SAC/TC 255）归口。

本文件起草单位：……

本文件主要起草人：……

# 晶体硅光伏组件回收处理方法 物理法

## 1 范围

本标准规定了晶体硅光伏组件回收处理方法物理法的基本原则、基本要求、晶体硅光伏组件各组成部分的处理、指标、管理。

本标准适用于晶体硅光伏组件(以下简称光伏组件)基于物理法的回收处理。其他光伏组件的回收处理可参照使用。

## 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 8978 污水综合排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 23685-2009 废电器电子产品回收利用通用技术要求

HJ/T 181-2005 废弃机电产品集中拆解利用处置区环境保护技术规范

HJ 364-2022 废塑料污染控制技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**废弃光伏组件** **wasted PV module**

光伏组件的拥有者不再使用且已经丢弃或放弃的光伏组件,以及在生产、运输、销售、使用过程中产生的不合格光伏组件、报废光伏组件和过期光伏组件等。

[来源: GB/T 39753-2021, 3.1]

### 3.2

**收集** **collection**

废弃光伏组件聚集、分类和整理活动。

[来源: GB/T 39753-2021, 3.3]

### 3.3

**贮存** **storage**

为实现收集、运输、处理和处置的目的,在符合要求的特定场所暂时性存放废弃光伏组件的活动。

[来源: GB/T 39753-2021, 3.4]

### 3.4

**回收** **take-back**

对废弃光伏组件(3.1)进行收集(3.2)和贮存(3.3)的活动。

[注：改写GB/T 32357-2015，3.2]

### 3.5

#### **拆解 disassembly**

通过人工或机械方式将废弃光伏组件进行拆卸、解体，以便于处理的活动。

[来源：GB/T 39753-2021，3.5]

### 3.6

#### **处理 treatment**

对废弃光伏组件及零部件进行除污、拆解、破碎及其再生利用的活动。

[来源：GB/T 39753-2021，3.10]

### 3.7

#### **光伏组件的处理方法-物理法 Treatment method of pv module-physical method**

采用物理或机械分离对废弃光伏组件（3.1）及零部件进行预处理、拆解（3.5）、破碎、分离等活动。

### 3.8

#### **处置 disposal**

采用焚烧、填埋或其他改变废弃光伏组件及零部件的物理、化学、生物特性的方法，达到减量化或者消除其危害性的活动，或者将废弃光伏组件及零部件最终置于符合环境保护规定要求的场所或者设施的活动。

[来源：GB/T 39753-2021，3.11]

### 3.9

#### **引出端 termination**

将直流电从光伏层压件（3.10）中引出的部分。

注：引出端包括接线盒、光伏直流电缆、电缆连接器等。

[来源：GB/T 38785-2020，3.2]

### 3.10

#### **光伏层压件 PV laminate**

已完成电池封装，尚未安装接线盒、引出线和边框，由两层或多层相同或不同的材料粘合制成的光伏组件预制品。

[来源：GB/T 39753-2021，3.12]

### 3.11

#### **无玻璃光伏层压件 glass-free PV laminate**

剥离剥离后的光伏层压件（3.10）。

### 3.12

#### **再使用 reuse**

废弃光伏组件或其中的零部件继续使用或经清理、维修后继续用于原来用途的行为。

[来源：GB/T 39753-2021，3.6]

### 3.13

#### **再生利用 recycling**

对废弃光伏组件进行处理，使之能够作为原材料重新利用的过程，但不包括能量的回收和利用。

[来源：GB/T 39753-2021，3.7]

### 3.14

#### **质量回收率 recovery rate**

废弃光伏组件（3.1）回收处理前、后的质量比。

#### 4 基本原则

- 4.1 遵循自愿利用最大化、环境污染最小化的原则。
- 4.2 处理前应优先实现废弃光伏组件中的零部件在符合相关标准要求下的再使用。
- 4.3 应避免废弃光伏组件暴露于阳光下导致出现火灾、漏电等安全隐患。
- 4.4 处理、处置应采取当前最佳可行技术及必要的措施，确保处理、处置时对人体影响和环境污染符合相关标准要求，并避免污染物影响到处理过程中的其他物质。
- 4.5 参与方应建立废弃光伏组件的统计信息管理系统，并保存有关数据，提供有关信息给主管部门、相关企业和机构。统计信息档案可参见附录B。

#### 5 基本要求

##### 5.1 回收

回收的光伏组件主要为废弃光伏组件。

##### 5.2 处理

采用物理法处理晶体硅光伏组件各部分，主要包括预处理、边框处理、引出端处理、玻璃处理、背板处理、胶膜处理、焊带处理、电池处理。其中预处理将采用分选、清洗、干燥；边框处理、引出端处理将采用人工或机械的方式进行拆解；玻璃处理将采用加热、高压剥离、切割等物理方式，将玻璃与其他材料（背板、胶膜、焊带、电池片）分离；背板处理、胶膜处理、焊带处理、电池处理将采用剪切、低温磨削、振动筛分、漂浮分选、离心分选等物理方法，进行各材料的分离，以便于资源化再生利用处理。晶体硅光伏组件结构示意图见附录A，物理法处理指引示意图见图1。

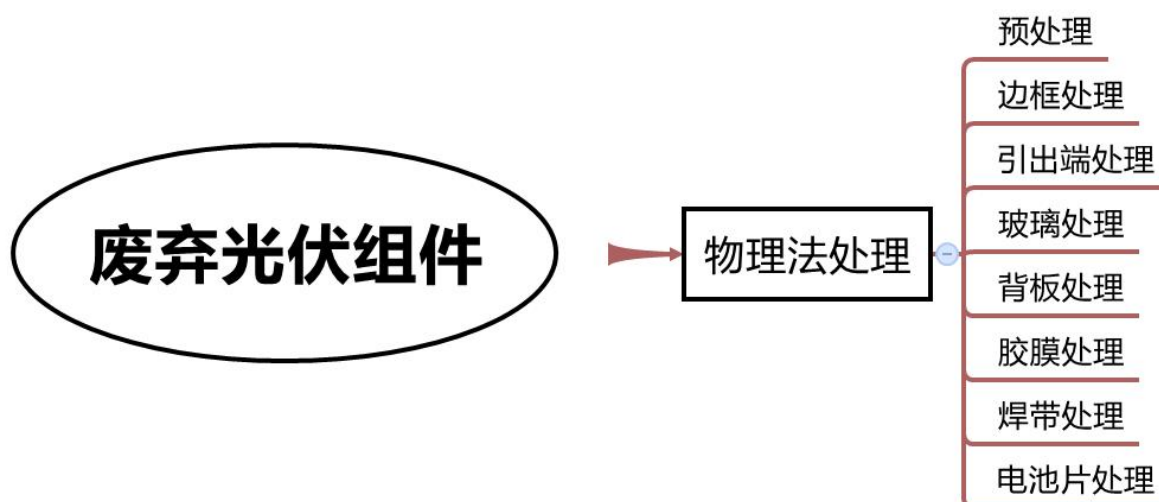


图1 物理法处理指引

## 6 晶体硅光伏组件各组成部分的处理

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 处置过程中产生的废水应进行处理，各项污染物排放应符合 GB 8978 的相关规定。
- 6.1.2 不能再生利用的废固处理应符合 GB 18599 的相关规定。
- 6.1.3 进行热分离处理时，对加热工序产生的烟气应设置处理系统，控制烟气中杂质气体的含量，污染物排放应符合 GB 16297 的相关规定。
- 6.1.4 不能丢弃废弃组件的所有零部件或材料。
- 6.1.5 光伏层压件处置后得到的部件和材料应分类收集，设立明显的区分标识，分区存放。
- 6.1.6 回收玻璃时，可根据玻璃的完好程度，选择合适的处理方式进行处理。
- 6.1.7 通过加热方法剥离，含氟背板的加热温度应小于 200℃。
- 6.1.8 剥离后的背板材料、胶膜的处置应符合 HJ 364 中相关规定。
- 6.1.9 经物理法处理废弃光伏组件后，仍产生废弃物的应进行其他方法处理，处理方法应符合相关规定。

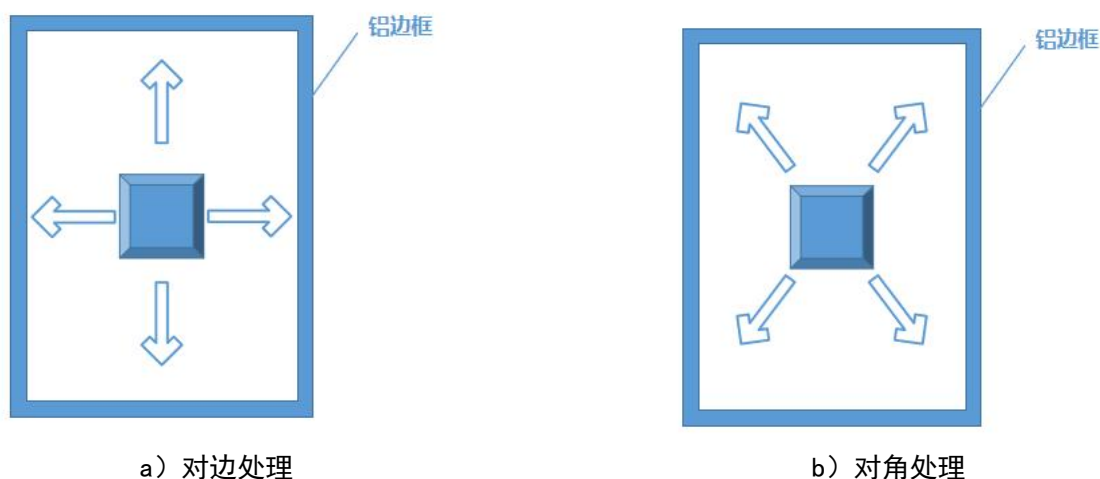
### 6.2 预处理

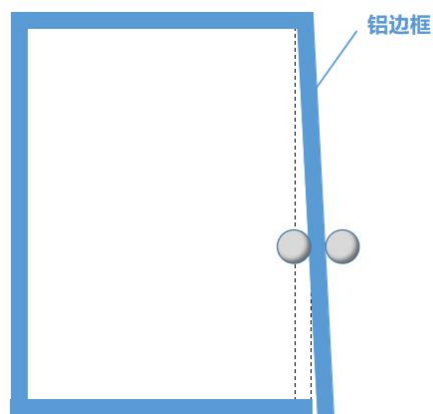
光伏组件预处理主要包括分选、清洗和干燥。

分选环节根据废弃光伏组件的完整程度、型号、结构等进行分选；清洗环节采用物理清洗方法和节水的机械清洗技术，去除废弃光伏组件中的尘土、杂草、鸟粪等杂质；干燥环节选择自然晾干的方法对经过分选和清洗环节的废弃光伏组件进行干燥。

### 6.3 边框处理

对于含边框的光伏组件，可采用人工或机械的方式进行拆解，根据封边材料和接线盒的特性，选择合适的拆解装置。拆解后的铝边框便于后续处理及再生利用。示意图见图2。



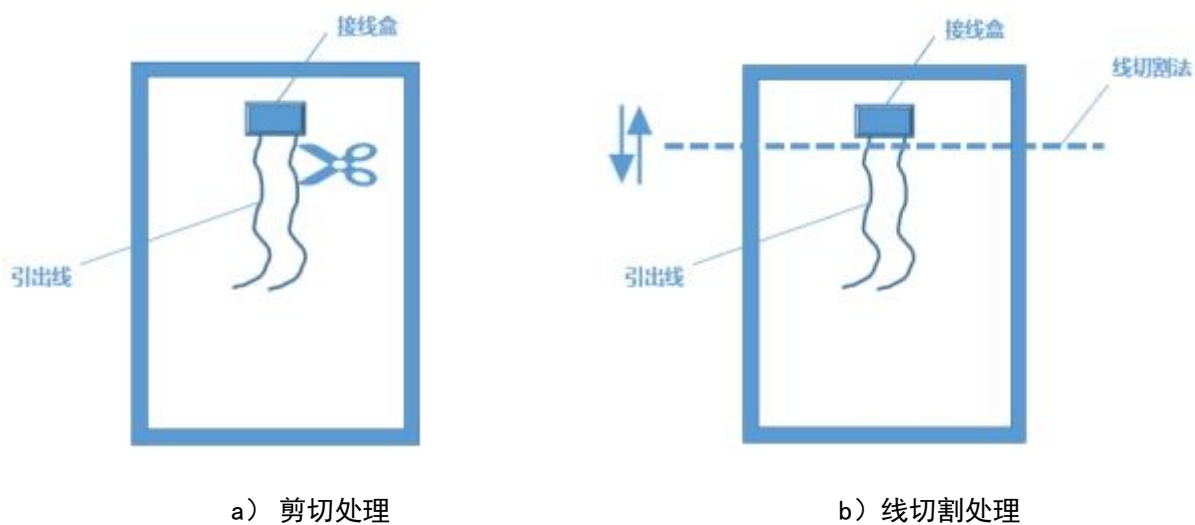


c) 单边处理

图2 边框处理方式

#### 6.4 引出端处理

引出端的分离，可采用人工或机械装置铲除。分离后的接线盒和线缆按照GB/T 23685 中相关规定进行处理。示意图见图3。



a) 剪切处理

b) 线切割处理

图3 引出端处理方式

#### 6.5 玻璃处理

##### 6.5.1 热刀分离法

采用热刀分离装置分离光伏组件玻璃与层压件，达到玻璃与层压件的柔性拆解。示意图见图4。



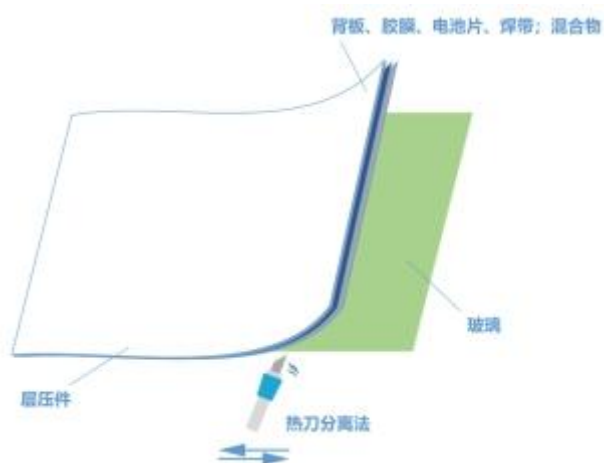


图4 热刀分离法

### 6.5.2 高压研磨法

采用高压研磨装置对光伏组件玻璃黏附的材料面进行依次层级研磨，达到玻璃的分离。示意图见图5。

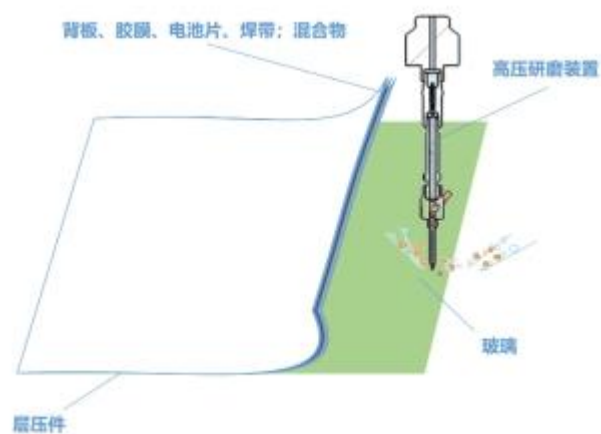


图5 高压研磨法

### 6.5.3 线切割法

采用线切割设备对光伏组件玻璃黏附的材料面进行切割，达到玻璃的分离。示意图见图6。

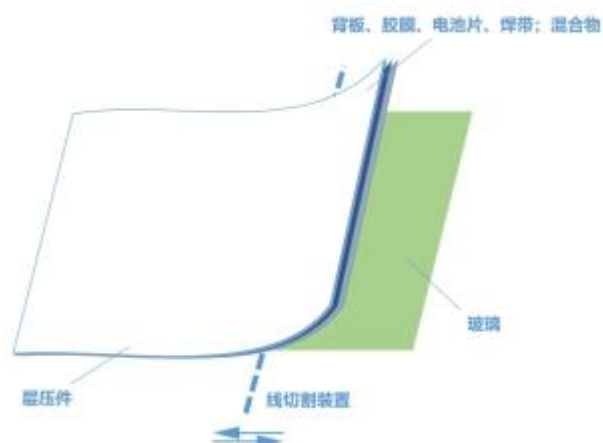


图6 线切割法

#### 6.5.4 溶胀法

采用不同配比的混合溶剂，通过加热、震荡的方式溶胀胶膜，破坏胶膜的粘结力，达到玻璃与胶膜的分离。采用震荡或其他方法，提升溶胀的速率。示意图见图7。

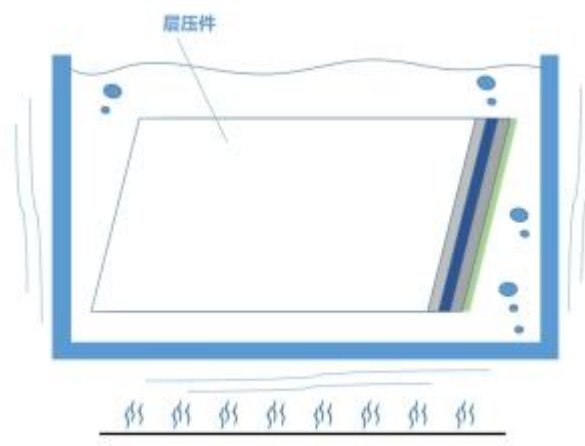


图7 溶胀法

#### 6.5.5 机械破碎

采用机械破碎装置对光伏组件施加剪切力，经玻璃颗粒分选、收集，实现玻璃的分离。示意图见图8。

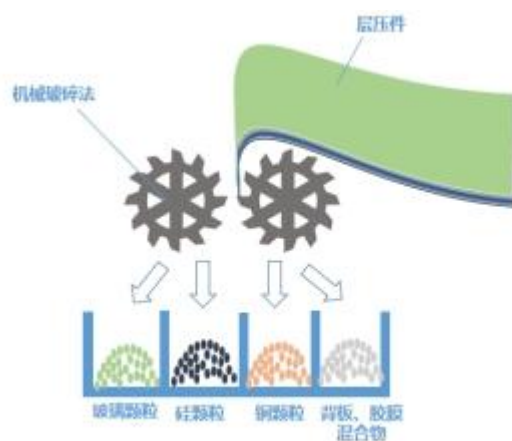


图8 机械破碎

## 6.6 背板处理

### 6.6.1 加热剥离法

采用加热玻璃装置对光伏层压件进行加热，降低胶膜黏度后进行机械剥离，实现背板、胶膜的分离。示意图见图9。

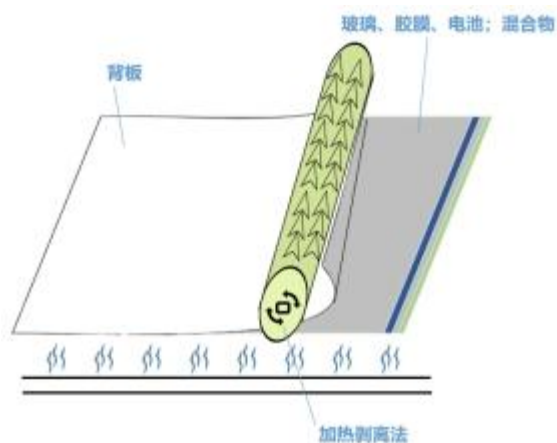


图9 加热剥离法

### 6.6.2 研磨分离法

采用研磨分离装置对层压件上背板进行研磨，实现背板的分离。示意图见图10。

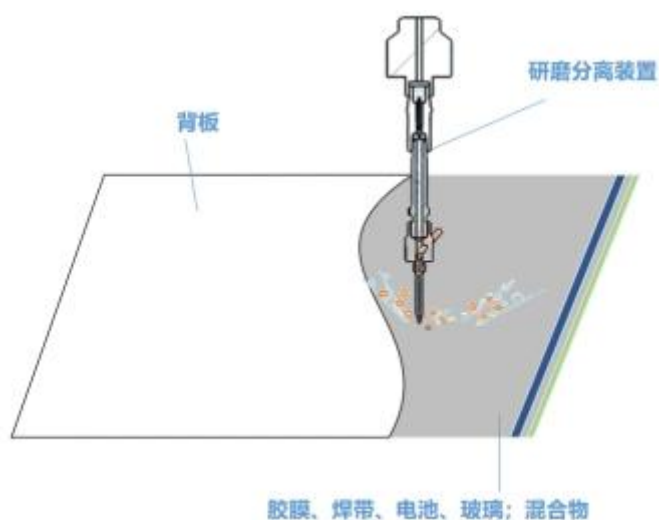


图 10 研磨分离法

## 6.7 胶膜处理

### 6.7.1 研磨分离法

采用研磨分离装置对层压件上背板、胶膜进行依次层级研磨、分选，实现背板胶膜混合物的分离。示意图见图11。

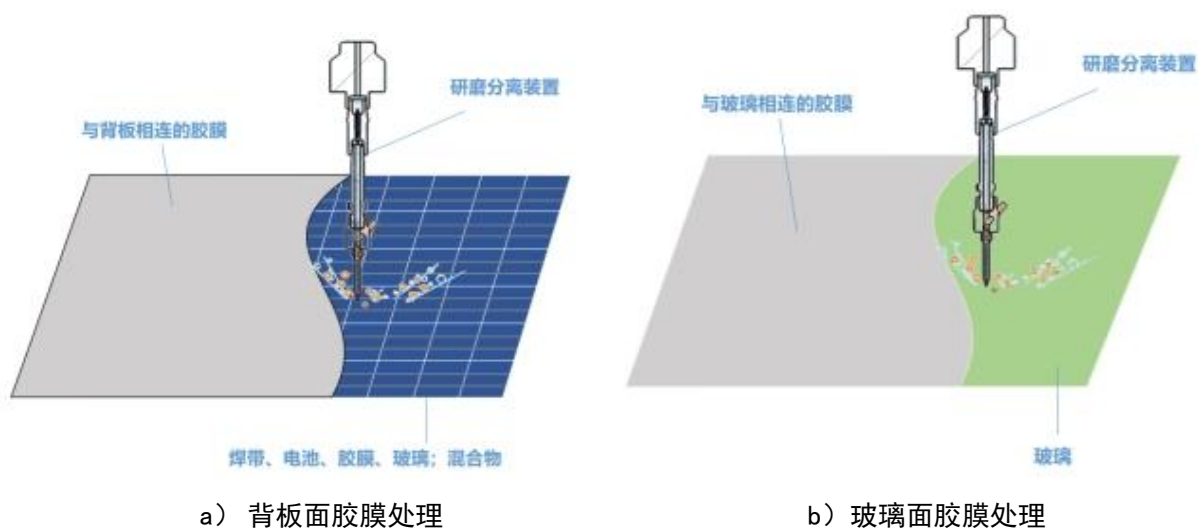


图 11 研磨分离法

### 6.7.2 破碎分选法

采用破碎分选装置对光伏层压件或无玻璃层压件进行机械破碎、研磨、分选，实现背板胶膜混合物的分离。示意图见图8。

## 6.8 焊带处理

### 6.8.1 研磨分离法

对光伏层压件上焊带进行研磨分离，实现焊带的分离。示意图见图12。

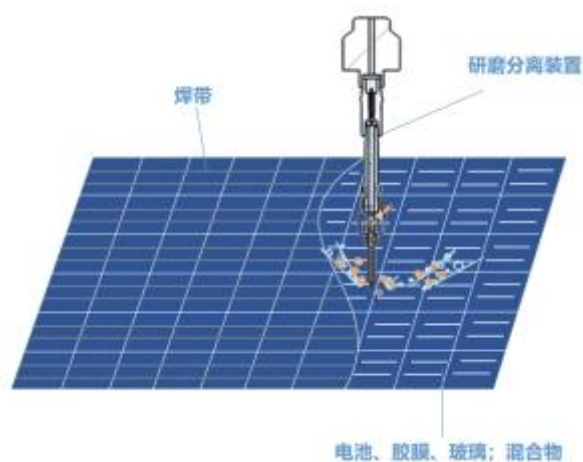


图 12 研磨分离法（分离焊带）

### 6.8.2 破碎分选法

对光伏层压件或无玻璃层压件上焊带进行机械破碎、研磨、分选，实现焊带的处理分离。示意图见图8。

## 6.9 电池处理

### 6.9.1 研磨分离法

对光伏层压件上电池片进行研磨、分选，实现电池的处理。示意图见图13。

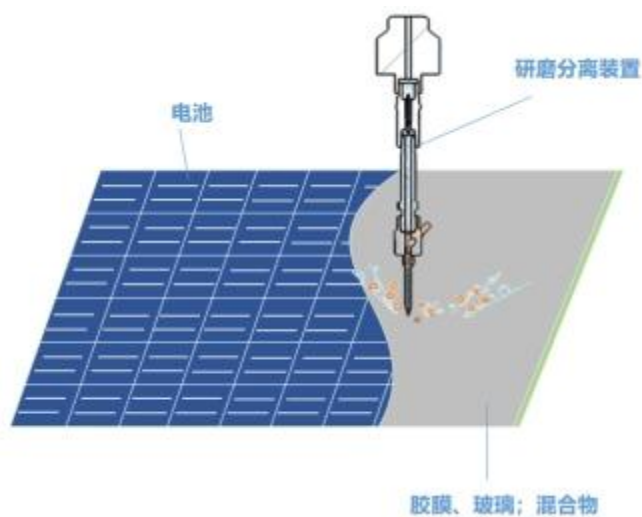


图 13 研磨分离法（分离电池片）

### 6.9.2 破碎分选法

对光伏层压件或无玻璃层压件上电池片进行机械破碎、分选，实现电池的分离。示意图见图8。

## 7 指标

## 7.1 质量回收率

### 7.1.1 指标要求

废弃光伏组件的质量回收率 $\geq 90\%$ 。

### 7.1.2 质量回收率的计算

质量回收率按式（1）计算

$$\eta_0 = \frac{m_0}{M_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\eta_0$ —废弃光伏组件的质量回收率；

$m_0$ —回收后的废弃光伏组件质量，单位为千克（kg）；

$M_0$ —回收前的废弃光伏组件质量，单位为千克（kg）。

## 8 管理

- 8.1 回收处理机构应有相关资质证书，含：营业执照、环评批复、处理能力等相关资质符号国家规定。
- 8.2 回收处理机构应建立完整的废弃光伏组件管理统计信息系统。可参照附录 B 建立统计信息档案。
- 8.3 回收处理机构有关废弃光伏组件处理的记录、污染物排放监测记录以及其他相关记录应保存 3 年以上，并接受当地相关部门检查。
- 8.4 回收处理机构应建立废水废气处理系统并定期监测排放的废水、废气中的污染物浓度，对固废的处置应符合 GB 18599 的相关规定。
- 8.5 回收处理机构应对厂界噪声定期进行监测，并符合 GB 12348 的相关规定。
- 8.6 回收处理机构应制定突发事件的处理程序，有完整的防护装备和措施，操作应遵守国家相关的职业安全卫生法规或标准。
- 8.7 新上岗操作人员应进行岗前培训，或在技术部门人员的指导下进行操作。
- 8.8 回收处理机构应具备相应的环保设施，包括：废水处理、废气处理、粉尘处理以及降低噪声等装置并达到国家相关污染物排放控制标准。
- 8.9 回收处理机构应符合 HJ/T 181 的相关规定。

附录 A  
(资料性)  
光伏组件示意图

A.1 实物图与结构示意图

晶体硅光伏组件的正面、背面示意图如图A.1所示；晶体硅光伏组件结构示意图如图A.2所示。

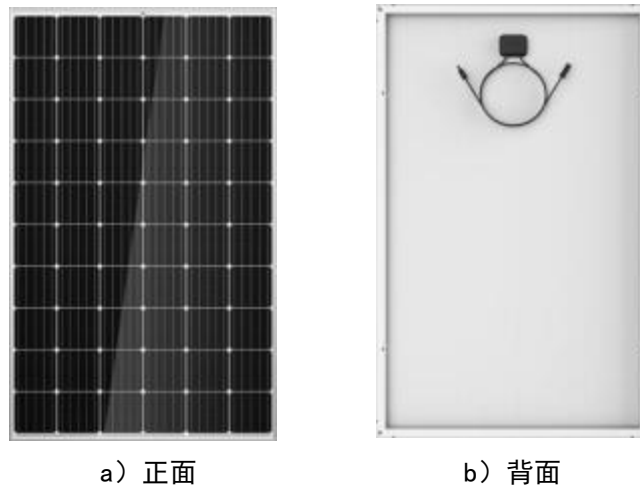


图 A.1 晶体硅光伏组件实物图示意图

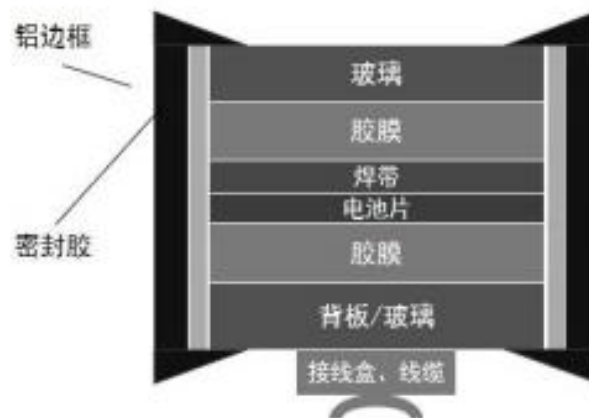


图 A.2 晶体硅光伏组件结构示意图

## A.2 层压件各材料组分的颜色示意图

晶体硅光伏组件中层压件各材料组分的颜色示意图A.3所示。

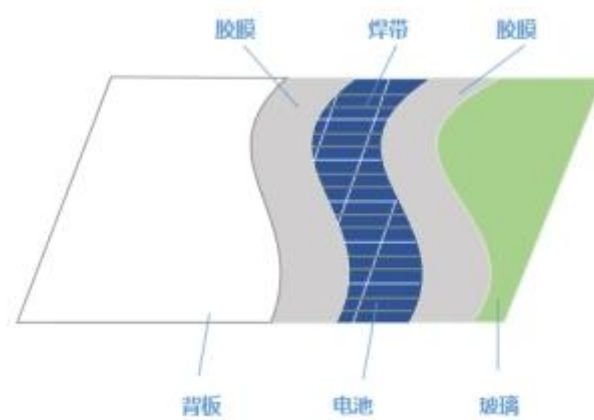


图 A.3 层压件各材料组分的颜色示意图



## 附录 B (资料性) 数据统计

### B.1 光伏组件的数据统计

对光伏组件产品，进行数据的过程统计，主要在三个阶段进行：废弃光伏组件回收及预处理、处理和处置。在这三个阶段，根据产品零部件或材料的状态，进行数据的统计和归类。其中产品零部件包括光伏组件类型、生产日期、生产厂家、组件尺寸、光伏组件功率、栅线数量、铝材类型、玻璃类型、接线盒类型、线缆类型、胶膜类型、背板类型等进行数据收集；产品磁疗状态包括：完好、破损。

### B.2 数据统计示意图

光伏组件的数据统计示意图B.1所示。

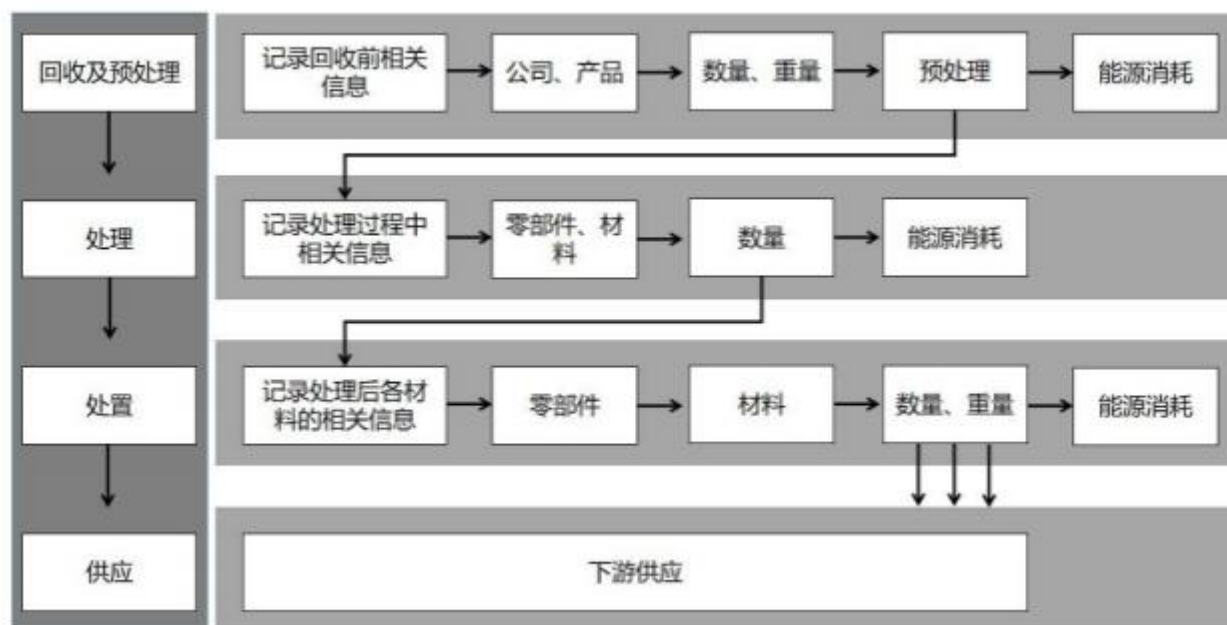


图 B.1 数据统计示意图

### B.3 统计信息表

光伏组件产品的数据统计主要列为三类，回收及预处理统计表B.1所示、处理统计信息表B.2所示、处置统计信息表B.3所示。

表 B.1 回收及预处理统计信息表

登记日期 年 月 日

|          |    |        |             |    |        |         |       |
|----------|----|--------|-------------|----|--------|---------|-------|
| 单位名称     |    |        | 电话          |    |        | 传真      |       |
| 地址       |    |        | 邮编          |    |        | 电子邮箱    |       |
| 企业性质     |    |        | 职工人数        |    |        | 年产值（万元） |       |
| 回收废旧光伏组件 |    |        | 预处理（零部件及材料） |    |        |         |       |
| 详情       | 数量 | 总量（kg） | 序号          | 名称 | 总量（kg） | 预处理     | 能源消耗量 |
|          |    |        | 1           |    |        |         |       |
|          |    |        | 2           |    |        |         |       |
|          |    |        | 3           |    |        |         |       |
|          |    |        | 4           |    |        |         |       |
|          |    |        | 5           |    |        |         |       |
|          |    |        | 6           |    |        |         |       |
|          |    |        | 7           |    |        |         |       |
|          |    |        | 8           |    |        |         |       |
|          |    |        | 9           |    |        |         |       |
|          |    |        | 10          |    |        |         |       |
| 月总量      |    |        | 11          |    |        |         |       |
| 之前月份累积量  |    |        | 12          |    |        |         |       |
| 当年累积量    |    |        | 合计          |    |        |         |       |

表 B.2 处理统计信息表

登记日期 年 月 日

|             |    |        |              |    |        |         |       |
|-------------|----|--------|--------------|----|--------|---------|-------|
| 单位名称        |    |        | 电话           |    |        | 传真      |       |
| 地址          |    |        | 邮编           |    |        | 电子邮箱    |       |
| 企业性质        |    |        | 职工人数         |    |        | 年产值（万元） |       |
| 预处理后的废弃光伏组件 |    |        | 最终废物（零部件及材料） |    |        |         |       |
| 详情          | 数量 | 总量（kg） | 序号           | 名称 | 总量（kg） | 处理      | 能源消耗量 |
|             |    |        | 1            |    |        |         |       |
|             |    |        | 2            |    |        |         |       |
|             |    |        | 3            |    |        |         |       |
|             |    |        | 4            |    |        |         |       |
|             |    |        | 5            |    |        |         |       |
|             |    |        | 6            |    |        |         |       |
|             |    |        | 7            |    |        |         |       |
|             |    |        | 8            |    |        |         |       |
|             |    |        | 9            |    |        |         |       |
|             |    |        | 10           |    |        |         |       |
| 月总量         |    |        | 11           |    |        |         |       |
| 之前月份累积量     |    |        | 12           |    |        |         |       |
| 当年累积量       |    |        | 合计           |    |        |         |       |

表 B.3 处置统计信息表

登记日期 年 月 日

|         |    |        |      |         |        |    |       |
|---------|----|--------|------|---------|--------|----|-------|
| 单位名称    |    | 电话     |      | 传真      |        |    |       |
| 地址      |    | 邮编     |      | 电子邮箱    |        |    |       |
| 企业性质    |    | 职工人数   |      | 年产值（万元） |        |    |       |
| 最终废物    |    |        | 处置结果 |         |        |    |       |
| 详情      | 数量 | 总量（kg） | 序号   | 名称      | 总量（kg） | 处理 | 能源消耗量 |
|         |    |        | 1    |         |        |    |       |
|         |    |        | 2    |         |        |    |       |
|         |    |        | 3    |         |        |    |       |
|         |    |        | 4    |         |        |    |       |
|         |    |        | 5    |         |        |    |       |
|         |    |        | 6    |         |        |    |       |
|         |    |        | 7    |         |        |    |       |
|         |    |        | 8    |         |        |    |       |
|         |    |        | 9    |         |        |    |       |
|         |    |        | 10   |         |        |    |       |
| 月总量     |    |        | 11   |         |        |    |       |
| 之前月份累积量 |    |        | 12   |         |        |    |       |
| 当年累积量   |    |        | 合计   |         |        |    |       |

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 20861—2007 废弃产品回收利用术语
  - [2] GB/T 21474-2008 废弃电子电气产品再使用及再生利用体系评价导则
  - [3] GB/T 29769-2013 废弃电子电气产品回收利用术语
  - [4] GB/T 38785-2020 建筑用薄膜太阳能电池组件回收再利用通用技术要求
  - [5] GB/T 39224-2020 废旧电池回收技术规范
  - [6] GB/T 39753-2021 光伏组件回收再利用通用技术要求
-