

ICS 13.030.50

CCS H82

团 体 标 准

T/IMAS 108—2025

晶体硅光伏组件回收处理方法——热解法

Crystalline silicon photovoltaic module recycling method - Pyrolysis method

2025 - 10 - 10 发布

2025 - 10 - 24 实施

内蒙古标准化协会 发布

全国团体标准信息平台

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。

本文件由内蒙古润蒙能源有限公司提出。

本文件由内蒙古标准化协会归口。

本文件起草单位：内蒙古润蒙能源有限公司、中国科学院广州能源研究所、南京师范大学、内蒙古自治区产品质量检验研究院、内蒙古城市规划市政设计研究院有限公司、上海晶环嘉远能源科技有限公司、内蒙古筑友建筑设计咨询有限责任公司、内蒙古自治区特种设备检验研究院、内蒙古自治区市场监督管理审评查验中心、中国绿色供应链联盟光伏专业委员会光伏回收产业发展合作中心。

本文件主要起草人：李秋娟、袁浩然、吴奔腾、初建祥、弓建新、张旭东、王振华、张前、李伟浩、张岩、陈东旭、吕媛、郭伊阳、郭飞宏、鲁丽花、张文慧、崔春霞、王涛、高杨、付炯、孙婷婷、布仁其其格、刘璐、韩军、王建民、景彩虹、张洪嘉、王沪东、张涛、任常峰、包艺扬、吕芳、徐俊屿。

晶体硅光伏组件回收处理方法——热解法

1 范围

本文件规定了晶体硅光伏组件回收处理过程中热解法的基本原则、适用范围、各组分处理的技术要求、指标、检验方法及管理要求等。

本文件适用于晶体硅光伏组件基于热解法的回收处理，其他光伏组件的回收处理可参照适用。涵盖热解处理工艺、生产、检验和验收全流程，为相关企业工艺改进与优化提供参考，并为行业管理部门对相关企业的监管与指导提供依据。

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 212 煤的工业分析方法
GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分
GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 16288 塑料制品的标志
GB 16297 大气污染物综合排放标准
GB 18485 生活垃圾焚烧污染控制标准
GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB/T 19001 质量管理体系要求
GB/T 20861 废弃产品回收利用术语
GB/T 23685 废电器电子产品回收利用通用技术要求
GB/T 24001 环境管理体系要求及使用指南
GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
GB/T 39196-2020 废玻璃回收技术规范
GB/T 39753 光伏组件回收再利用通用技术要求
GB/T 43752 晶体硅光伏组件回收处理方法 物理法
GB/T 45001 职业健康安全管理体系要求及使用指南
HJ/T 181 废弃机电产品集中拆解利用处置区环境保护技术规范（试行）
HJ 557 固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法
SB/T 11108 废玻璃回收分拣技术规范

3 术语和定义

GB/T 43752、GB/T 20861和GB/T 23685界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

废弃光伏组件 waste 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

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]

3.3

热解法 pyrolysis method

在无氧或低氧条件下，通过加热使有机物分解为气体、液体和固体，以实现废弃光伏组件的材料分离和减容的过程。

3.4

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]

3.5

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]

3.6

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]

3.7

有机物热解去除率 organic matter removal efficiency via pyrolysis

废弃光伏组件在热解后，经冷却至室温，其质量减少值与在 815 ± 10 °C空气氛围下灼烧3 h后经冷却至室温质量减少值的百分比。

4 总则

4.1 环保性原则

4.1.1 在热解过程中，严格控制废气、废水、废渣排放，确保符合 GB/T 24001 的要求。

4.1.2 处理过程应采取当前可行技术及必要的措施，确保处理过程对人体的影响和环境污染符合 GB/T

24001 的要求，并避免相互污染。

4.2 资源最大化原则

4.2.1 遵循资源利用最大化、环境污染最小化、能源消耗最优化的原则。

4.2.2 在热解过程中，充分利用热能，降低能耗，提高资源利用效率。

4.3 安全性原则

4.3.1 应规范热解处理工艺流程，确保热解处理过程的安全性，避免火灾、爆炸等事故的发生。

4.3.2 规范热解处理的操作规程及安全注意事项。

4.4 合规性原则

4.4.1 处理前应优先实现废弃光伏组件中的零（部）件在符合 GB/T 19001 相关标准要求下的再使用。晶硅光伏组件结构信息参见附录 A 晶硅光伏组件实物图和示意图。

4.4.2 经热解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，处理工艺应符合相关规定。

4.4.3 拆解场地应符合 HJ/T 181 的规定。

4.4.4 再生利用的金属产品应符合国家相关金属产品质量要求。

4.4.5 废玻璃的回收应满足 GB/T 39196 的规定，废玻璃的分拣应满足 SB/T 11108 的规定。

4.4.6 再生塑料制品或材料应符合相关产品质量标准，表面应标有符合 GB/T 16288 规定的再生利用标志。

5 废弃光伏组件热解工艺处理

5.1 废弃光伏组件预处理

5.1.1 边框

5.1.1.1 确保拆解后的边框便于后续回收处理和再利用。

5.1.1.2 机械拆解处置应在专门的场地进行。

5.1.1.3 拆解后的边框根据后续处理工艺进行清洗、除锈、磨边等处理和处置，符合 GB/T 3190 可直接回用。

5.1.2 接线盒

5.1.2.1 采用人工或机械方法拆除组件上的接线盒，确保组件与接线盒完全分离。

5.1.2.2 接线盒的处置应符合 GB/T 23685 的规定。

5.1.3 层压件

5.1.3.1 预处理后的层压件表面应清洁，无油污、灰尘等附着物。

5.1.3.2 层压件可根据后续热解处理工艺要求，采用机械方法破碎或切割为不同大小的层压件。

5.1.3.3 处理后，应确保层压件无水分、灰尘等杂质进入。

5.1.4 玻璃

- 5.1.4.1 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。
- 5.1.4.2 对于玻璃完整的光伏组件，后续如需回收利用完整玻璃，预处理过程中应注意保护玻璃的完整性。
- 5.1.4.3 针对玻璃已破碎的光伏组件，在预处理阶段需采取有效措施，最大限度地减少玻璃碎片的散落。

5.1.5 背板

- 5.1.5.1 背板表面应清洁，无油污、灰尘或其他杂质。
- 5.1.5.2 含氟背板需要单独收集。

5.2 光伏层压件热解法处理

- 5.2.1 热解工艺应优先选用能耗低、处理效率高、污染物排放量少的设备。
- 5.2.2 热解法的加热方式宜采用电加热或天然气加热方式，建议因地制宜地选用加热方式，不宜选用热解工艺过程中产生的、未经处理的含氟热解气当作热源。
- 5.2.3 热解应在无氧或低氧环境中进行，不宜出现明火燃烧现象。
- 5.2.4 热解处理过程中，应防止热解气在进料、出料口处外溢。产物输送过程中应采取抑尘、集尘等措施。
- 5.2.5 应设置热解气收集净化装置，排放的氟化物、氮氧化物、硫化物等无机污染物排放限值按照 GB 16297 执行；挥发性有机物排放限制应按照 GB 37822 执行；二噁英排放限值应符合 GB 18485 要求。
- 5.2.6 热解温度宜设置为 450-600 °C，热解时间应根据处理量、热解温度、热解气氛等因素综合确定，应确保层压件有机组分的有效去除。
- 5.2.7 热解法产生的固体产物，应按照其属性进行筛选分类，具体的分类方法参照 GB 5085.7 和 HJ 557 执行；分选过程中应采取集尘、防泄漏等措施。
- 5.2.8 分选后的热解产物应按照其属性进行后续的资源化利用或无害化处置。不能自行处置的，应交给有相关资质和处理能力的企业进行处置。

注：“低氧”指热解过程中的氧气体积分数应不高于2%。

6 有机物热解去除率

6.1 指标要求

对于单玻且背板材料未剥离的废弃光伏组件，热解后有机物去除率≥90%；对于双玻或单玻且背板剥离后的废弃光伏组件，热解后有机物去除率≥98%。

6.2 有机物热解去除率的计算

有机物热解去除率按式（1）计算

$$\eta = \frac{m_0 - m_1}{m_0 - m_2} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- η — 有机物热解去除率（%）；
- m₀ — 热解前室温干燥后的废弃光伏组件质量（kg）；

m_1 —热解后冷却至室温干燥后的废弃光伏组件质量 (kg) ;

m_2 — $815 \pm 10^\circ\text{C}$ 空气氛围下灼烧3 h后冷却至室温干燥后的废弃光伏组件质量 (kg) , 方法按照 GB/T 212。

7 企业管理要求

7.1 热解设备要求

7.1.1 热解设备应具备高精密度, 设置温度、压力监测报警装置等, 以确保热解过程的稳定性和高效性。

7.1.2 热解设备应具备良好的密封性能, 以防止有害气体泄漏。

7.1.3 回收企业需遵守国家环保法规并具备相应的环保设施, 确保热解过程符合环保要求。

7.1.4 所有处置后得到的部件及材料应分类收集贮存, 设立明显的区分标识, 分区存放。

7.2 回收企业管理要求

7.2.1 回收处理企业建立的信息数据记录中有关废弃光伏组件处理的记录、以及污染物排放监测记录和其他记录应保存 5 年以上。

7.2.2 回收处理企业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, 固废处置应符合 GB 18599 的相关规定。

7.2.3 回收处理企业应对厂界噪声定期进行监测, 并符合 GB 12348-2008 的要求。

7.2.4 回收处理企业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。

7.2.5 回收企业须具备专业的操作人员, 确保热解过程的安全性和稳定性。新上岗操作人员应进行岗前培训, 在技术部门人员的指导下进行操作。

7.3 回收处理报告要求标准

7.3.1 报告应包含热解处理光伏组件的原理、过程及结果。

7.3.2 报告应详细描述热解设备的性能参数、操作步骤及安全注意事项。

7.3.3 报告应包含热解处理过程中产生的废气、废水、固体废物的处理方法及达标情况。

7.3.4 报告应符合 GB/T 19001-2016、GB/T 24001-2016、GB/T 45001 等标准。

7.3.5 报告的具体格式参见附录 C 《晶体硅光伏组件回收处理方法 热解法》回收处理报告表。

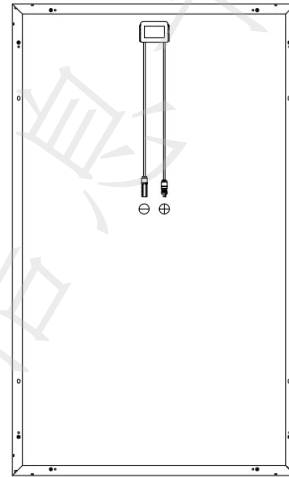
附录 A
(规范性)

晶体硅光伏组件实物图和示意图

A.1 单玻光伏组件实物图

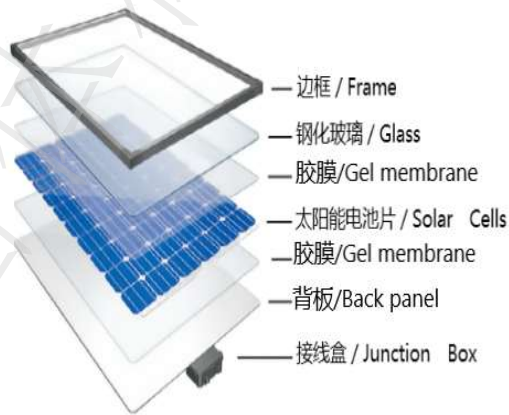


a) 单玻光伏组件实物正面



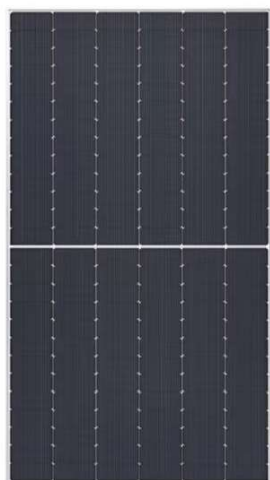
b) 单玻光伏组件实物正面

A.2 单玻光伏组件结构示意图

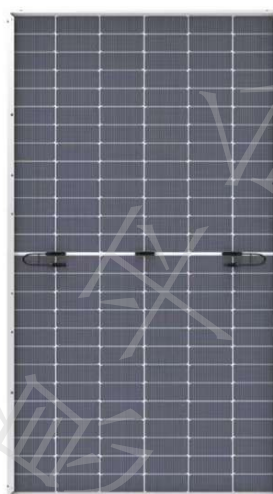


单玻组件结构示意图

A.3 双玻光伏组件实物图

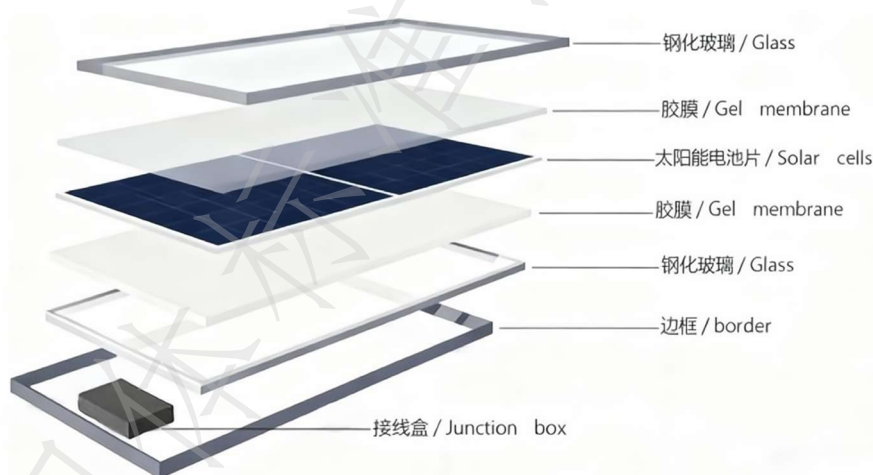


a) 双玻光伏组件实物正面



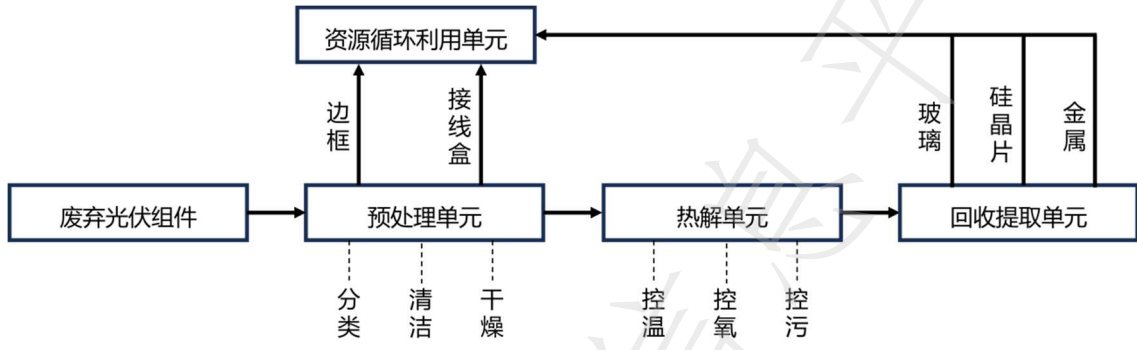
b) 双玻光伏组件实物背面

A.4 双玻光伏组件结构示意图



双玻组件结构示意图

附录 B
(规范性)
热解法工艺流程图



热解法工艺流程图

附 录 C
(规范性)

《晶体硅光伏组件回收处理方法 热解法》回收处理报告表

C.1 回收处理报告表

《晶体硅光伏组件回收处理方法 热解法》回收处理报告表填写示例见表C.1。

表C.1 《晶体硅光伏组件回收处理方法 热解法》回收处理报告表示例

编制单位	XXX公司				
编制人	XXX	编制日期	20XX年XX月XX日		
光伏组件 结构与材 料回收处 理情况	光伏组件各零部件	产品质量 (kg /千片组件)	回收率 (%)	是否产废	产品单价 (元/kg)
	边框			否	
	接线盒			否	
	硅晶片			是	
	玻璃			否	
	背板			是	
污染物排 放情况	废气成分	XXX、XXX、XXX			
	废气排放浓度 (mg /m ³)				
	废水成分	XXX、XXX、XXX			
	废水排放量 (m ³ /年)				
	废渣成分	XXX、XXX、XXX			
	废渣产生量 (t/年)				
回收处理 经济效益 评估	成本分析 (万元/年)	项目总成本费用XX万元，其中制造成本XX万元，管理费用XX万元，财务费用XX万元，营业费用XX万元			

表C.1 《晶体硅光伏组件回收处理方法 热解法》回收处理报告表示例（续）

编制单位	XXX公司	
	收益分析 (万元/年)	XX产品销售收入XX万元/年
	经济指标计算 (万元/年)	营业收入XXX万元，净利润XXX万元，动态回收期XXX万元

C.2 填写说明

C.2.1 产品质量根据实际拆解组件后每千片组件各材料的平均重量填写。

C.2.2 产废情况根据工艺中产生的废气、废液、废渣分类统计，单位需与表头一致。