

团 体 标 准

T/CPIA 0002—2022
代替T/CPIA 0002-2017

晶体硅光伏组件回收再利用通用技术要求

General technical requirements for crystalline silicon photovoltaic (PV)
module recycling and recovery

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

2022 - 03- 30 发布

2022- 04- 15 实施

中国光伏行业协会 发布

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。

本文件代替T/CPIA 0002-2017《晶体硅光伏组件回收再利用通用技术要求》，与T/CPIA 0002-2017相比，主要技术变化如下：

- 修改了规范性引用文件（见第2章）；
- 修改了术语和定义（见第3章）；
- 增加了能源消耗要求（见4.1）；
- 增加了回收处理机构的资质要求（见4.2）；
- 增加了回收过程中对于组件擦放、包装安全和环境污染等方面的注意事项（见4.4）；
- 增加了在收集、运输和贮存过程的总体要求（见5.1.1）；
- 增加了建立完整的信息数据记录（见5.2.2）；
- 去除了收集商（见5.2.5）；
- 增加了运输前的组件登记信息（见5.3.1）；
- 增加了组件堆放要求（见5.4.3）；
- 将“拆解”改为“前处理”（见第6章）；
- 增加了前处理过程中信息记录的要求（见6.1）；
- 增加了拆解前对组件的清理要求（见6.2）；
- 增加了处理过程中信息记录的要求（见7.1）；
- 修改了不能再生利用的材料或者回收处理过程中产生的固体废物的处理要求（见7.1.4）；
- 删除了关于组件维修的相关内容，增加了层压件处理原则（见7.1.5）；
- 增加了废弃组件的质量回收率指标要求（见7.1.6）；
- 增加了材料的回收率（见7.1.7）；
- 增加了能耗指标要求（见7.1.8）；
- 修改了边框的处理要求（见7.2）；
- 删除了层压件处理时具体的方法限制，修改了措辞（见7.4.1）；
- 增加了光伏层压件处理后得到的部件和材料的存放和标识要求（见7.4.5）；
- 增加了玻璃的处理要求（见7.5）；
- 增加了背板的处理要求（见7.6）；
- 增加了光伏电池的处理要求（见7.7）；
- 增加了光伏电池中的金属材料的处理要求（见7.8）；
- 增加了硅材料的再生利用率要求（见8.1）；
- 删除了电池中金属材料的回收提纯及废液处理（见2017年版的8.2.1）；
- 删除了铝边框的用途（见8.2.2）；
- 删除了金属材料再生利用时废气废液的排放要求，增加了金属再生利用率要求（见8.2.3）；
- 将“聚合物材料”改为“高分子材料”，删除了橡胶具体的再利用方法，删除了“不能再生利用的聚合物材料可焚烧进行能量回收”（见8.4）；

- 删除了所用材料不应含有国家规定限用物的要求（见9.1）；
- 增加了回收处理机构的资质要求和环境保护要求（见10.1）；
- 增加了晶体硅光伏组件结构（见附录A）；
- 增加了废弃组件的质量回收率计算公式（见附录B）；
- 增加了材料的回收率和再生利用率计算公式及指标（见附录C）；
- 增加了能耗计算公式（见附录D）。

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归口。

本文件起草单位：英利能源（中国）有限公司、中国电子技术标准化研究院、中国科学院电工研究所、北京计科电可再生能源技术开发中心有限公司、永臻科技股份有限公司、无锡市检验检测认证研究院、中国质量认证中心、河北大学、河北省凤凰谷零碳发展研究院、晶科能源股份有限公司、英利能源发展有限公司。

本文件主要起草人：杨燕、裴会川、吕芳、李英叶、麻超、王会晓、王坤、贾晓洁、魏青竹、吴晓丽、苏博杰、董国义、吴翠姑、张昕宇。



晶硅光伏组件回收再利用通用技术要求

1 范围

本文件规定了晶硅光伏组件回收再利用的术语与定义、基本原则、收集、运输、贮存、前处理、处理、再生利用等。

本文件适用于废弃的晶硅光伏组件的回收再利用。

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 16288 塑料制品的标志

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18484 危险废物焚烧污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB/T 20861—2007 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

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）

IEC TS 61836 太阳光伏能源系统术语、定义和符号 (Solar photovoltaic energy systems— Terms, definitions and symbols)

3 术语和定义

GB/T 20861、IEC TS 61836界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

废弃晶硅光伏组件 waste crystalline silicon photovoltaic (PV) module

晶硅光伏组件的拥有者不再使用且已经丢弃或放弃的组件，以及在生产、运输、销售、使用过程中产生的不合格品、报废产品等。

[来源：GB/T 20861—2007, 2.1, 有修改]

3.2

收集 collection

废弃晶硅光伏组件聚集、分类和整理的过程。

[来源：GB/T 20861—2007, 2.4, 有修改]

3.3

贮存 storage

在符合相关要求的场所暂时性存放废弃晶体硅光伏组件的活动。

[来源：GB/T 20861—2007, 2.5, 有修改]

3.4

拆解 disassembly

通过人工或机械方式将废弃晶体硅光伏组件进行拆卸、解体，以便于处理的活动。

[来源：GB/T 20861—2007, 2.6, 有修改]

3.5

处理 treatment

对废弃晶体硅光伏组件的零部件进行除污、拆解、破碎等进行的任何活动。

[来源：GB/T 20861—2007, 2.7, 有修改]

3.6

再使用 reuse

废弃晶体硅光伏组件或其中的元器件、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 20861—2007, 2.9, 有修改]

3.7

再生利用 recycling

对废弃晶体硅光伏组件进行处理，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 20861—2007, 2.10, 有修改]

3.8

再生利用率 recycling rate

废弃产品中能够被再使用部分与再生利用部分的质量之和（不包括能量回收部分）与已回收的废弃产品的质量之比。

[来源：GB/T 20861—2007, 2.13, 有修改]

4 基本原则

- 4.1 资源利用最大化，环境污染最小化，能源消耗最优化。
- 4.2 回收处理机构应具备相关资质，并符合相关环保标准要求。
- 4.3 处理前应优先实现废弃晶体硅光伏组件中的零（部）件在符合相关标准要求下的再使用。
- 4.4 应按照再使用、再生利用和能量回收的顺序进行处理。
- 4.5 在收集、运输、贮存、拆解、再生利用等过程中应采取适当措施，避免锋利部件、废弃光伏组件掉落等对人员造成伤害，避免废弃光伏组件的零部件与材料对环境造成污染，尤其应避免含铅、氟等元素的材料对环境造成污染，避免对废弃光伏组件造成二次破坏及污染。
- 4.6 废弃晶体硅光伏组件不应直接填埋或焚烧。
- 4.7 回收处理企业应建立废弃晶体硅光伏组件的统计信息管理系统，并将有关数据提供给主管部门、相关企业和机构。

5 收集、运输及贮存

5.1 总则

5.1.1 在收集、运输及贮存废弃晶体硅光伏组件过程中，应避免对组件造成二次污染；同时应避免其暴露在阳光下形成火灾，或由于电池漏电对人员造成伤害。

5.1.2 对于丧失安全性能的组件应进行分类收集、运输、储存，避免对人员造成伤害。

5.2 收集

5.2.1 禁止将废弃晶体硅光伏组件混入生活垃圾或工业固体废物中。

5.2.2 收集过程中，应建立完整的信息数据记录，晶体硅光伏组件结构信息参见附录 A。

5.2.3 收集过程中，应设置防护措施，避免掉落、污染环境或危害人体健康。

5.2.4 收集的废弃晶体硅光伏组件应按本文件 5.4 的要求进行贮存。

5.2.5 收集的废弃晶体硅光伏组件应交给有资质的机构贮存、拆解、处理。

5.3 运输

5.3.1 在运输前应对组件的类型、数量等信息进行登记。

5.3.2 严禁运输过程中擅自对废弃晶体硅光伏组件采取任何形式的拆解、处理。

5.3.3 运输过程中的防护措施等应满足相关标准的要求。

5.3.4 应避免运输过程的二次破坏。

5.4 贮存

5.4.1 废弃晶体硅光伏组件贮存场地应符合 GB 18599 的相关规定。

5.4.2 废弃晶体硅光伏组件应该进行分类存放，在显要位置标识其种类名称。

5.4.3 废弃晶体硅光伏组件的堆放要求应根据废弃光伏组件的特性设置，避免发生坍塌、滑落等意外。

6 前处理

6.1 前处理过程中，应建立完整的信息数据记录，晶体硅光伏组件结构信息参见附录 A。

6.2 拆解组件前应对组件进行清理，保证组件表面无油污、泥土和其它杂物。

6.3 应按一定的顺序拆解废弃晶体硅光伏组件，得到接线盒、边框和层压件。

6.4 废弃晶体硅光伏组件拆解时应尽量保证层压件的完整性。

6.5 对预先取出的所有零部件严禁随意丢弃，应按本文件的第 7 章的规定进行处理。

6.6 所有取出的零部件及材料应贮存在适当场所，并清楚的标识。

6.7 拆解场地应符合 HJ/T 181 的规定。

7 处理

7.1 一般规定

7.1.1 处理过程中，应建立完整的信息数据记录，晶体硅光伏组件结构信息参见附录 A。

7.1.2 处理过程中产生的废水应进行集中处理，处理后的废水宜循环再利用，排放废水应符合 GB 8978 的相关规定。

7.1.3 处理过程中产生的废气应符合 GB/T 16297 中的规定。

7.1.4 不应随意丢弃废弃光伏组件的任何零部件或材料。

7.1.5 不能再生利用的材料或者回收处理过程中产生的固体废物，可按照相关环保要求进行贮存和处置，贮存和处置场应符合 GB 18599 的规定。

- 7.1.6 应按一定顺序对层压件进行处理，不应随意丢弃层压件。
- 7.1.7 废弃组件的质量回收率不小于 90%，计算方式参见附录 B。
- 7.1.8 废弃组件中材料的回收率应满足附录 C 的要求。
- 7.1.9 废弃组件回收处理能耗不大于 30 kWh/kW 组件，计算方式参见附录 D。

7.2 边框

- 7.2.1 对于金属边框，宜先采用人工或机械方式将边框上的密封剂分离，然后进行分类存放。
- 7.2.2 对于紧固件宜进行非破坏性拆解，然后进行分类存放。

7.3 接线盒

接线盒和线缆应按照 GB/T 23685 的要求进行处理及再利用。

7.4 层压件

- 7.4.1 当处理过程中使用无机酸或有机溶剂等化学试剂时，应采用自动化程度高、密闭性良好、具有防止化学品外溢措施的设备进行处理；储存无机酸或有机溶剂的设备、储罐，应设置必要的防溢出、防渗漏、事故报警装置等安全措施；废弃的无机酸或有机溶剂等化学品禁止随意排放，应由专业机构集中处理或循环利用。
- 7.4.2 当处理方法涉及材料分解气化时，应设有烟气处理设施，必要时应配备防爆和报警装置，大气污染物排放应符合 GB/T 16297 和 GB 18484 的要求。
- 7.4.3 当处理方法有粉尘排放时，应采取除尘设施，并对存在大量粉尘的工作场所采取相应的安全防护措施，处理后的废气应符合 GB/T 16297 中的规定。
- 7.4.4 光伏层压件处理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。

7.5 玻璃

- 7.5.1 如果回收后的玻璃完好，根据玻璃的种类进行分类存放。
- 7.5.2 如果需要对玻璃进行破碎处理，应注意防止玻璃碎屑飞溅伤人和粉尘对人体健康的影响，破碎后的玻璃应根据种类进行分类存放。

7.6 背板

- 7.6.1 处理含氟背板时，应具备相关的气体处理设施，氟化物的排放标准应满足 GB/T 16297 和 GB 18484 的要求。
- 7.6.2 分离后的背板材料进行分类存放。

7.7 光伏电池

- 7.7.1 对光伏电池进行处理时，根据损坏程度可分为硅粉回收和整片回收。
- 7.7.2 如果以硅粉的形态回收，粉尘排放应符合 GB/T 16297 的规定。
- 7.7.3 整片硅片的回收一般采用化学方法进行清洗、去除其表面膜层及其他物质，进入再使用或再生利用环节，排放的废水应符合 GB 8978 的规定。
- 7.7.4 酸溶法处置时应做到溶液无泄漏，反应时产生的酸性气体应经过处理。
- 7.7.5 处理过程中，应设置防护措施，不应污染环境或危害人体健康。

7.8 光伏电池中的金属材料

- 7.8.1 电池中的金属材料一般使用化学试剂进行回收提纯。

7.8.2 提取贵金属材料时，应做到溶液无泄漏，反应时产生的酸性气体应经过处理，各项污染物排放应符合 GB/T 16297 的规定。废液经处理后各项污染物排放应符合 GB 8978 的规定。

8 再生利用

8.1 半导体材料的再生利用

- 8.1.1 回收的硅片和硅粉可二次利用。
- 8.1.2 硅材料的再生利用率应符合附录 C 中的要求。

8.2 金属材料的再生利用

- 8.2.1 回收的金属材料可以作为金属冶炼提纯的原料循环利用。
- 8.2.2 再生利用的金属产品应符合国家相关金属产品质量要求。
- 8.2.3 金属的再生利用率应符合附录 C 中的要求。

8.3 玻璃的再生利用

- 8.3.1 完整的封装玻璃处理后，可以作为平板玻璃在其它行业应用。
- 8.3.2 破碎的封装玻璃可以作为玻璃再生原料使用。
- 8.3.3 再生利用的废玻璃产品应符合国家相关玻璃产品要求。

8.4 高分子材料的再生利用

- 8.4.1 废弃光伏组件处理后产生的高分子材料，应分类再生利用。
- 8.4.2 含阻燃剂的废塑料只能适用于含阻燃剂的塑料制品原料。
- 8.4.3 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。
- 8.4.4 再生塑料制品或材料在生产过程中不得使用氟氯化碳类化合物作发泡剂，制造和人体接触的再生塑料制品或材料时，不得添加有毒、有害的化学助剂。

9 对生产企业的要求及回收处理报告

9.1 对生产企业的要求

组件生产企业应满足以下要求：

- a) 产品所用材料应具有良好的再生利用性；
- b) 当回收处理企业要求时，生产企业应提供基本的材料信息。

9.2 回收处理报告

当生产企业要求时，回收处理企业应向生产企业提供回收处理报告，以便生产企业更加清楚了解产品在回收处理时的状况，进而采取相应的设计改进措施，更加有利于产品的回收处理。回收处理过程报告至少应包含以下内容：

- a) 回收处理过程描述；
- b) 回收处理过程难点；
- c) 回收处理结果分析。

10 管理

- 10.1 回收处理机构应具备相关能力且具备国家要求的相关资质，在处理过程中应注意环境保护，符合 HJ/T 181 的规定。
- 10.2 回收处理企业应建立记录制度。
- 10.3 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 3 年以上。
- 10.4 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。
- 10.5 回收处理企业应对厂界噪声定期进行监测，并符合 GB 12348 的要求。
- 10.6 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。
- 10.7 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。
- 10.8 回收处理企业应具备相应的环保设施，并达到国家相关污染物排放控制标准。



附 录 A
(资料性)
晶体硅光伏组件结构

A.1 概述

本附录给出了晶体硅光伏组件的结构示意图。

A.2 分类

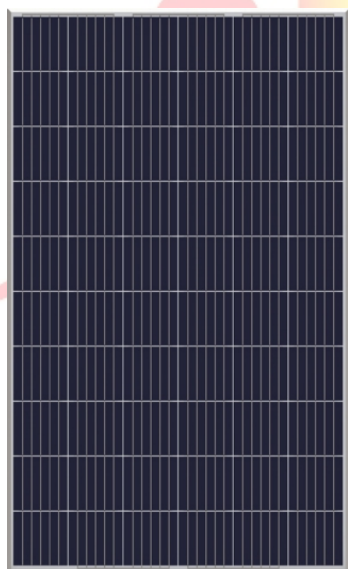
按组件的封装结构，将晶体硅光伏组件做如下分类：

- a) 单玻晶体硅光伏组件；
- b) 双玻晶体硅光伏组件。

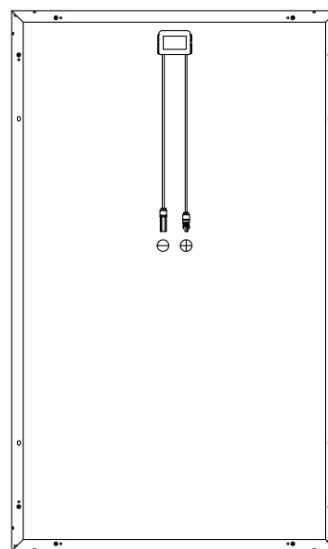
A.3 实物图与结构示意图

A.3.1 单玻晶体硅光伏组件

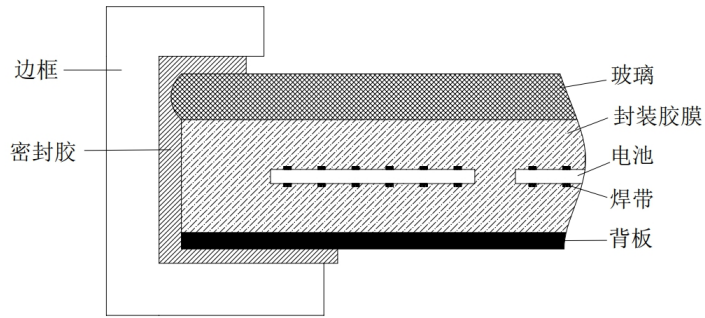
单玻晶体硅光伏组件的正面如图A.1所示，背面如图A.2所示，结构如图A.3所示。



图A.1 单玻晶体硅光伏组件正面



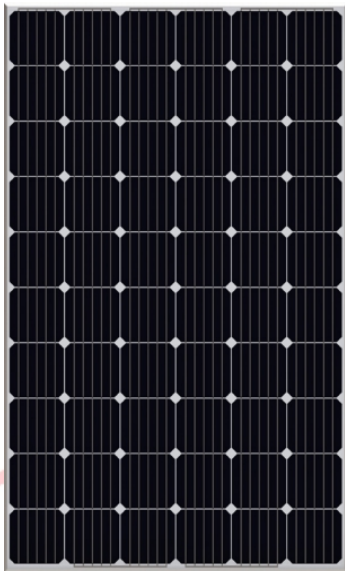
图A.2 单玻晶体硅光伏组件背面



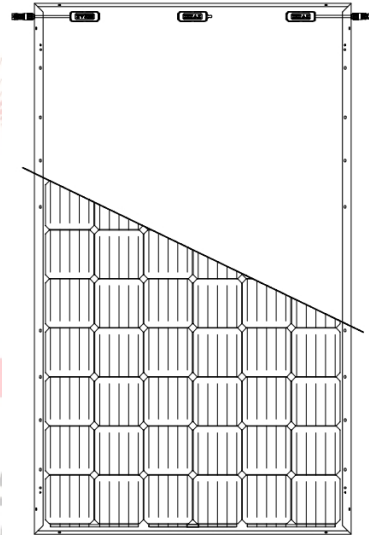
图A.3 单玻晶体硅光伏组件结构示意图

A.3.2 双玻晶体硅光伏组件

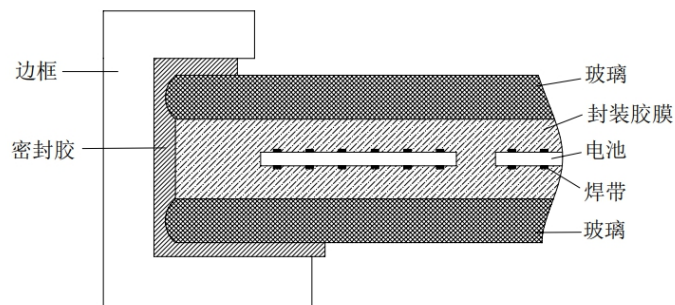
双玻晶体硅光伏组件的正面如图A.4所示，背面如图A.5所示，结构如图A.6所示。



图A.4 双玻晶体硅光伏组件正面



图A.5 双玻晶体硅光伏组件背面



图A.6 双玻晶体硅光伏组件结构示意图

附 录 B
(资料性)
废弃组件的质量回收率

B.1 废弃组件的质量回收率

废弃组件拆解和处理后所得各材料的质量之和与已回收的废弃组件质量之比。

B.2 废弃组件的质量回收率计算

废弃组件的质量回收率按式 (B.1) 计算：

$$r_1 = \frac{M_1}{M_2} \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

r_1 ——废弃组件的质量回收率；

M_1 ——废弃组件拆解和处理后所得各材料的质量之和，单位为千克 (kg)；

M_2 ——废弃组件的质量，单位为千克 (kg)。



附 录 C
(规范性)
材料的回收率和再生利用率

C.1 材料的回收率

材料回收后的质量与光伏组件中该材料的质量之比。

C.2 材料的回收率计算

材料的回收率计算按式 (C.1) 计算：

$$r_2 = \frac{M_3}{M_4} \times 100\% \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

r_2 ——材料的回收率；

M_3 ——材料回收后的质量，单位为千克 (kg)；

M_4 ——光伏组件中该材料的质量，单位为千克 (kg)。

C.3 再生利用率

某种材料能够被再使用部分与再生利用部分的质量之和（不包括能量回收部分）与该光伏组件（整个光伏组件或零部件）中该材料的质量之比即为再生利用率。

C.4 材料的再生利用率计算

材料的再生利用率按式 (C.2) 计算：

$$\eta = \frac{m}{M} \times 100\% \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

η ——某种材料的再生利用率；

m ——该材料的再使用部分与再生利用部分的质量之和，单位为千克 (kg)；

M ——整个光伏组件中该材料的质量，单位为千克 (kg)。

C.5 材料的再生利用率要求

光伏组件中材料的回收率和再生利用率符合表C.1的要求

表 C.1 光伏组件中材料的回收率和再生利用率要求

材料	材料的回收率 %	材料的再生利用率 %
硅	≥95	≥70
银	≥91	≥70
铜	≥95	≥75
铝边框	≥99	≥80

附 录 D
(资料性)
组件回收处理能耗

D.1 能耗

拆解和处理每千瓦晶体硅光伏组件消耗的电能。

D.2 能耗的计算

测定生产线连续运行N小时消耗的电量E,除以期间回收处理的n块晶体硅光伏组件的标定功率(p_1 , p_2 , …, p_{n-1} , p_n , 单位W)之和,得到能耗 \bar{E} 。能耗 \bar{E} 计算公式为(D.1):

$$\bar{E} = \frac{E}{\sum_{i=1}^n p_i} \times 100\% \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- \bar{E} ——拆解和处理每千瓦晶体硅光伏组件消耗的电能,单位为千瓦时/千瓦(kWh/kW);
- N ——生产线连续运行的时间,单位为小时(h);
- E ——生产线连续运行N小时消耗的总电能,单位为千瓦时(kWh);
- n ——N小时内生产线拆解的晶体硅光伏组件数量;
- p_i ——第i块组件的标称功率,单位为千瓦(kW)。