

# 团 体 标 准

T/CPIA 0057—2024

## 光伏硅片多线切割机技术要求

Technical requirements of photovoltaic silicon wafer multi-wire cutting  
machine



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 技术要求 .....	2
4.1 结构要求 .....	2
4.2 外观要求 .....	2
4.3 性能要求 .....	3
4.4 安全要求 .....	3
5 试验方法 .....	4
5.1 试验环境 .....	4
5.2 外观试验 .....	4
5.3 性能试验 .....	4
5.4 安全试验 .....	6
6 交付检验 .....	6
7 标志、包装、运输、贮存 .....	7
7.1 标志 .....	7
7.2 包装 .....	7
7.3 运输 .....	7
7.4 贮存 .....	7



中国光伏行业协会  
China Photovoltaic Industry Association



## 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。

本文件起草单位：青岛高测科技股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、山东大学机械工程学院、晶澳太阳能有限公司、四川晶科能源有限公司、青岛科技大学、北京京运通科技股份有限公司、曲靖阳光新能源股份有限公司、江苏美科太阳能科技股份有限公司、浙江晶盛机电股份有限公司。

本文件主要起草人：张璐、张秀涛、周波、李淮宁、葛培琪、张在存、陈养俊、高伟、夏树胜、赵亮、程正景、王金荣。





# 光伏硅片多线切割机技术要求

## 1 范围

本文件规定光伏硅片多线切割机的技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。本文件适用于光伏硅片多线切割机的设计、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 包装储运图示标识
- GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 7344 交流伺服电动机通用技术条件
- GB/T 13306 标牌
- GB 15760 金属切割机床 安全防护通用技术条件
- GB/T 16439 交流伺服系统通用技术条件
- GB/T 17587.3 滚珠丝杠副 第3部分：验收条件和验收检验
- GB/T 26071 太阳能电池用硅单晶片
- GB/T 29055 太阳能电池用多晶硅片
- JB/T 3997 金属切削机床灰铸铁件 技术条件
- JB/T 14209.2 滚珠直线导轨副 第2部分：精度检验
- JB/T 14209.3 滚珠直线导轨副 第3部分：技术条件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**主辊** main roll

由主体支撑件和附着在主体支撑件外圆柱面上的软质涂覆层组成的筒状零件。

### 3.2

**线网** wire web

以一定的张力缠绕在两根或多根轴线相互平行的主辊的线槽内形成的螺旋状电镀金刚石线。

### 3.3

**前主辊轴承箱** front main roller bearing box

用于支撑主辊高速转动的壳体圆周方向固定、轴向方向上可以浮动的主轴。

### 3.4

**后主辊轴承箱** rear main roller bearing box

用于支撑主辊高速转动的壳体为完全固定的主辊轴承箱。

### 3.5

**收放线系统** coiling and uncoiling system

由收放线辊、排线装置、张力装置、过线轮等组成的用于给线网持续输入一定速度、一定张力的电镀金刚石线的系统。

### 3.6

**收放线辊** coiling and uncoiling roll

随着收放线轴高速旋转的螺旋状存储电镀金刚石线的筒状零件。

### 3.7

#### 排放装置 wire routing device

通过自身的往复直线运动和配合收放线辊的旋转运动,将电镀金刚石线螺旋状排到收放线辊上或从收放线辊上放出的装置。

### 3.8

#### 张力装置 tension device

用于张力突然改变时稳定和控制张力的装置。

注:包括绝对值编码器伺服电动机、张力摆杆、过线轮。

### 3.9

#### 过线轮 cycloidal wheel

由轮芯及其外部的涂覆件、线槽组成的,用于改变电镀金刚石线运行方向的零件。

### 3.10

#### 收放线轴 coiling and uncoiling spindler

由伺服电动机驱动高速旋转的用于固定收放线辊的主轴。

### 3.11

#### 碎片盒 debris box

用于防止切割硅片时硅渣进入线网导致线网断线的薄板制成的长方形盒状零件。

### 3.12

#### 喷淋装置 spray device

用于给切割部位喷淋切割液,喷出的切割液为水帘状的装置。

## 4 技术要求

### 4.1 结构要求

#### 4.1.1 关键部件

关键部件包括:伺服电动机、伺服控制系统、滚珠丝杠、直线导轨、铸铁,其技术要求如下:

- a) 伺服电动机应符合 GB/T 7344 的规定;
- b) 伺服控制系统应符合 GB/T 16439 的规定;
- c) 滚珠丝杠应符合 GB/T 17587.3 的规定;
- d) 直线导轨应符合 JB/T 14209.2、JB/T 14209.3 的规定;
- e) 铸铁件应符合 JB/T 3997—2011 的规定。

#### 4.1.2 碎片盒

- 4.1.2.1 碎片盒在任何切割时刻均不能与主辊和线网接触。
- 4.1.2.2 两侧排水口排出的切割液不能流进线网内,包括液流反弹。
- 4.1.2.3 碎片盒及其固定装置应方便碎片盒的安装、拆卸以及调整位置。

#### 4.1.3 喷淋装置

- 4.1.3.1 喷淋装置喷出的切割液帘应保证任意切割部位附近都能接触到切割液。
- 4.1.3.2 喷淋装置喷出的切割液帘均匀。
- 4.1.3.3 喷淋装置及其固定支架应方便喷淋装置的安装、拆卸以及调整位置。
- 4.1.3.4 喷淋装置与切割液管路通过快插接头连接。
- 4.1.3.5 切割液进入喷淋装置前应经过过滤器,过滤精度不低于 100 目。

#### 4.1.4 液体密封

切割液和冷却液应避免泄露和外溅。

### 4.2 外观要求



- 4.2.1 产品表面应避免脱漆、划伤及色差等缺陷。
- 4.2.2 产品表面应无凸起、凹陷、粗糙不平及其他损伤。
- 4.2.3 产品零、部件外露结合面边缘应整齐、匀称,无明显的错位。

#### 4.3 性能要求

##### 4.3.1 主辊轴承箱主轴锥面斜向圆跳动

斜向圆跳动值应不大于 $3\ \mu\text{m}$ 。

##### 4.3.2 主辊安装后非涂覆部分的径向圆跳动

径向圆跳动应不大于 $15\ \mu\text{m}$ 。

##### 4.3.3 工件进给直线度精度

进给直线度精确度应不大于 $5\ \mu\text{m}/250\ \text{mm}$

##### 4.3.4 收放线系统静态张力精确度

线速度为零的状态下,电镀金刚石线张力实际值与设定值的偏差应在 $\pm 0.3\text{N}$ 范围内。

##### 4.3.5 前主辊轴承箱和后主辊轴承箱轴线对中精确度

前主辊轴承箱和后主辊轴承箱轴线对中值 ( $m$ ) 应不大于 $0.15\ \text{mm}$ , 对中角度的正切值 ( $\tan\alpha$ ) 应不大于 $0.03\ \text{mm}/100\ \text{mm}$ , 如图1。

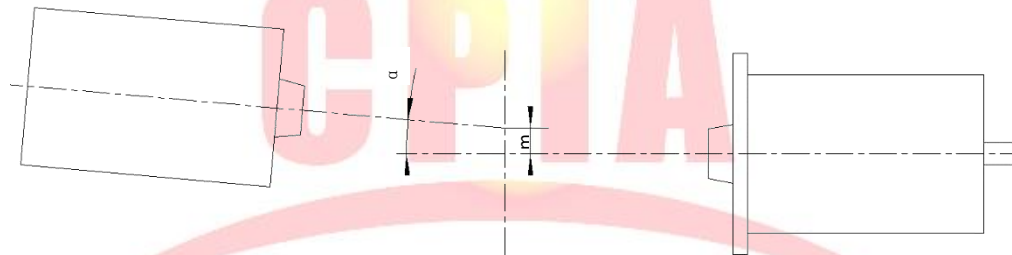


图1 前后主辊轴承箱安装示意图

##### 4.3.6 收放线轴最远端径向圆跳动精确度

径向圆跳动值应不大于 $0.02\ \text{mm}$ 。

##### 4.3.7 切割硅片尺寸及质量

切割单晶硅片尺寸及质量应符合GB/T 26071的规定。切割多晶硅片尺寸及质量应符合GB/T 29055的规定。

#### 4.4 安全要求

##### 4.4.1 机械电气安全

机械电气安全应符合GB 5226.1的要求。

##### 4.4.2 防护装置

安全防护装置应符合GB 15760的要求。

##### 4.4.3 报警装置

光伏硅片多线切割机自动报警装置应符合GB/T 15760的规定。

##### 4.4.4 噪声

噪声应符合GB/T 15760的规定。

#### 4.4.5 振动

振动应符合GB/T 15760的规定。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验环境

除特殊要求外，试验应在如下环境下进行：

- a) 室温： $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 湿度： $\leq 75\text{ \%RH}$ ；
- c) 海拔： $\leq 2000\text{ m}$ 。

#### 5.2 外观试验

通过目测及感官对产品表面进行检测，并符合4.2相关要求。

#### 5.3 性能试验

##### 5.3.1 前主辊轴承箱和后主辊轴承箱主轴锥面斜向跳动试验

前主辊轴承箱和后主辊轴承箱主轴锥面斜向跳动试验应按照如下要求进行：

- a) 把前主辊轴承箱的轴端锥面擦干净；
- b) 将装有千分表的磁力表座吸附在设备机架上，将千分表靠近前主辊轴承箱的轴端锥面，并使测头以一定的压力和锥面接触，千分表的测量方向垂直于锥面的母线；
- c) 转动前主辊轴承箱至少一圈，读取最大读数和最小度数并计算差值。差值为前主辊轴承箱主轴锥面斜向跳动值；
- d) 后主辊轴承箱主轴锥面斜向跳动测量步骤与前主辊轴承箱主轴锥面斜向跳动一致。

##### 5.3.2 主辊安装后的径向圆跳动试验

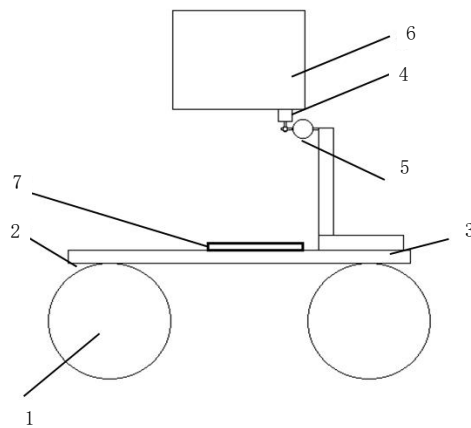
主辊安装后的径向圆跳动试验应按照如下要求进行：

- a) 将主辊锥面、前主辊轴承箱和后主辊轴承箱的锥面擦干净；
- b) 将主辊安装到前主辊轴承箱和后主辊轴承箱上并锁紧；
- c) 将装有千分表的磁力表座吸附在设备机架上，分别将杠杆千分表靠近并使测头以一定压力压紧在主辊两端非涂覆部分，千分表的测量方向垂直于主辊；
- d) 转动主辊至少一圈，分别读取两端最大读数和最小读数并计算差值，差值大者为主辊安装后的径向圆跳动值。

##### 5.3.3 工件进给直线度精确度试验

工件进给直线度精确度试验应按照如下要求进行：

- a) 将有一定刚度且平整的支撑板横跨在两根主辊上；
- b) 直角尺放置于支撑板上，竖直窄边所在平面与主辊轴线平行；
- c) 表座吸附于进给装置下表面，千分表固定于表座上并使测头以一定的压力压在直角尺的竖直窄边靠近最上边的位置并记为零位，记录千分表读数。使进给装置缓慢向下行走 250 mm 记录此位置千分表读数；
- d) 在直角尺下方塞入不同规格塞尺测量片，并上下行走直至零位和 250 mm 位置千分表读数相同；
- e) 进给装置再重新从零位行走至 250 mm 位置，记录这个过程千分表的读数最大值和最小值并计算差值；
- f) 再将直角尺旋转 90°，按照上述步骤重新测量一次并记录进给装置的零位行走至 250 mm 位置的千分表读数最大值和最小值并计算差值。两次测得差值的最大值为工件进给直线度精确度，如图 2。



标引序号说明：

- 1——主辊；
- 2——支撑板；
- 3——直角尺；
- 4——磁力表座；
- 5——千分表；
- 6——进给装置；
- 7——塞尺。

图 2 工件进给直线度精确度试验

#### 5.3.4 收放线系统静态张力精确度试验

收放线系统静态张力精确度试验应按照如下要求进行：

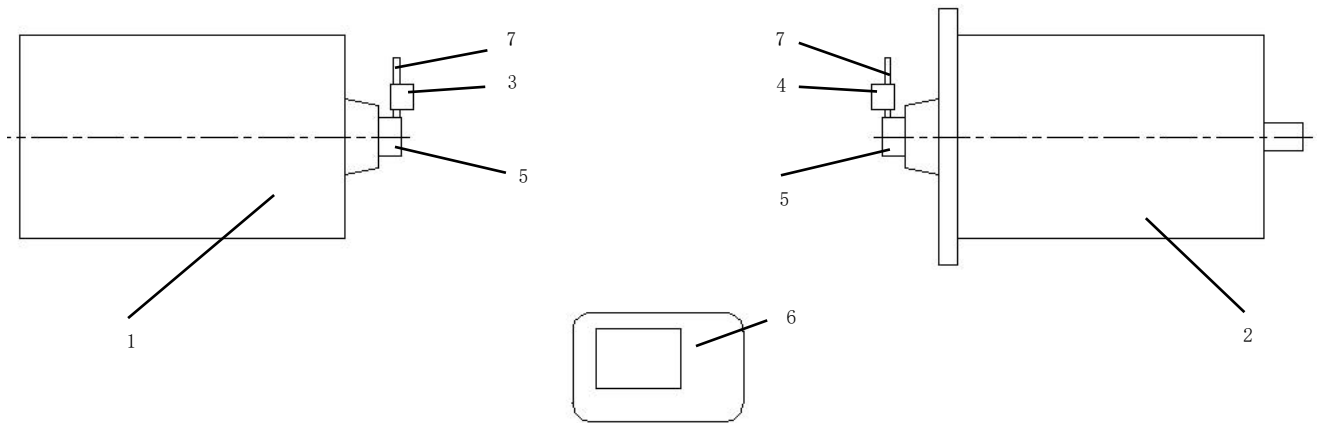
- a) 线速度为零的状态下设定一个张力值；
- b) 当张力稳定后使用张力仪测量电镀金刚石线的实际张力值。设定张力值与实际张力值的差值为张力精度；
- c) 改变设定张力值，重复测量张力精确度，静态张力精确度测量次数应不低于三次求平均值。

注：张力仪精确度不低于 $\pm 0.1\text{ N}$ 。

#### 5.3.5 前主辊轴承箱和后主辊轴承箱轴线对中精确度试验

前主辊轴承箱和后主辊轴承箱轴线对中精确度试验按照如下要求进行：

- a) 以 EasyLaser 品牌 XT450 型号激光对中仪为例，测量前主辊轴承箱和后主辊轴承箱的对中精度；
- b) 确保操控仪、S 探测器、M 探测器电源稳定并分别开机，确认三者之间建立通讯且稳定；
- c) 将带支撑杆的磁力表座分别固定于前主辊轴承箱和后主辊轴承箱的轴端面，支撑杆保持竖直状态；
- d) 将 S 探测器和 M 探测器分别安装在支撑杆上，使 S 探测器和 M 探测器大约位于圆周方向的同一角度；
- e) 微调两探测器在圆周方向上的角度，使操控仪上 S 探测器和 M 探测器对应的角度读数都约为零，两角度差值不超过  $0.1^\circ$ ；
- f) 微调探测器在支撑杆上的位置使操控仪上 S 探测器和 M 探测器对应得位移显示值为零，点击操控仪上的确定按钮；
- g) 手动旋转 S 探测器和 M 探测器旋转约  $120^\circ$ ，两角度差值不超过  $0.1^\circ$ ，点击操控仪上的确定按钮；
- h) 继续向相同方向手动旋转 S 探测器和 M 探测器约  $120^\circ$ ，两角度差值不超过  $0.1^\circ$ ，点击操控仪上的确定按钮。此时操控仪上就显示出了前主辊轴承箱和后主辊轴承箱对中的位移值和角度的正切值，如图 3。



标引序号说明:

- 1——主辊前轴承箱;
- 2——主辊后轴承箱;
- 3——S探测器;
- 4——M探测器;
- 5——磁力表座;
- 6——操控仪;
- 7——支撑杆。

图 3 前主辊轴承箱和后主辊轴承箱轴线对中精确度试验

### 5.3.6 收放线轴径向圆跳动试验

收放线轴径向圆跳动试验按照如下要求进行:

- a) 把收放线轴的轴端远端部位擦干净;
- b) 将装有千分表的磁力表座吸附在设备机架上, 将千分表靠近绕线轴最远端轴;
- c) 转动收放线轴至少一圈, 取最大读数和最小读数并计算差值, 差值为收放线轴径向圆跳动。

### 5.3.7 切割硅片尺寸及质量试验

5.3.7.1 切割单晶硅片质量试验方法应符合 GB/T 26071 中的规定。

5.3.7.2 切割多晶硅片质量试验方法应符合 GB/T 29055 中的规定。

## 5.4 安全试验

### 5.4.1 机械电气安全测试

应按照GB 5226.1的规定进行试验。

### 5.4.2 防护装置测试

应按照GB 15760的规定进行试验。

### 5.4.3 报警装置测试

应按照GB 15760的规定进行试验。

### 5.4.4 噪声测试

应按照GB 15760的规定进行试验。

### 5.4.5 振动测试

按照GB 5226.1的规定进行试验。

## 6 交付检验

6.1 交付检验项目应符合表 1 规定。

表1 交付检验项目

检验项目	要求章条号	试验方法章条号	交付检验
外观	4.2	5.2	●
主辊轴承箱主轴锥面斜向圆跳动	4.3.1	5.3.1	●
主辊安装后非涂覆部分的径向圆跳动	4.3.2	5.3.2	●
工件进给直线度精度	4.3.3	5.3.3	●
收放线系统静态张力精确度	4.3.4	5.3.4	●
前主辊轴承箱和后主辊轴承箱轴线对中精确度	4.3.5	5.3.5	●
收放线轴最远端径向圆跳动精确度	4.3.6	5.3.6	●
切割硅片尺寸及质量	4.3.7	5.3.7	●
机械电气安全	4.4.1	5.4.1	●
防护装置	4.4.2	5.4.2	●
报警装置	4.4.3	5.4.3	●
噪声	4.4.4	5.4.4	●
振动	4.4.5	5.4.5	●

6.2 交付检验应在用户现场安装、调试后进行。

6.3 交付检验项目中任一项出现故障时，应停止检验，查出故障原因，排除故障后，重新进行检验。重新检验中若再次出现故障，应将该设备判为不合格。

## 7 标志、包装、运输、贮存

### 7.1 标志

产品上应标志如下内容：

- a) 制造厂名或商标；
- b) 产品型号；
- c) 出厂编号；
- d) 整机重量；
- e) 整机尺寸；
- f) 电力负荷；
- g) 制造日期。

### 7.2 包装

包装图示标志应符合GB/T 191的规定。

### 7.3 运输

设备的搬运和吊装应符合GB 15760的要求，运输环境温度不低于-25℃。

### 7.4 贮存

存放要求应符合GB 15760的规定。