

团 体 标 准

T/CPIA 0038—2022

光伏硅片切割用电镀金刚石线

Electroplated diamond wire used for photovoltaic silicon wafer cutting

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。

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：杨凌美畅新材料股份有限公司、隆基绿能科技股份有限公司、天津中环半导体股份有限公司、天合光能股份有限公司、中国电子信息产业发展研究院、高测科技股份有限公司。

本文件主要起草人：张迎九、贾海波、刘海涛、吕艳阳、刘晓东、郭俊文、丁国建、江华、王东雪。



光伏硅片切割用电镀金刚石线

1 范围

本文件规定了光伏硅片切割用电镀金刚石线（以下简称金刚石线）的术语和定义、产品规格、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输、贮存以及废旧金刚石线的处理。

本文件适用于光伏单晶硅、多晶硅硅片切割用金刚石线。

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 8358 钢丝绳 实际破断力测定方法。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏硅片切割用电镀金刚石线 electroplated diamond wire used for photovoltaic silicon wafer cutting

通过金属电镀方法将金刚石磨料固结在母线基体上，制成母线线径不高于0.07mm的用于硅片切割的材料。

3.2

母线 diamond wire busbar

生产金刚石线用的钢丝，是电镀时用于金属镀层和金刚石颗粒沉积的基底。

3.3

破断力 rupture stress

金刚石线在拉伸过程中所能承受的最大拉力。

3.4

金刚石颗粒密度 diamond particle density

金刚石线在每毫米长度内，单侧线圆周所有的凸出镀层的金刚石数量总和。

3.5

出刃高度 diamond protrusion height

金刚石线上金刚石露出最高点至金刚石线镀层的距离。

3.6

自由圈径 free circle diameter

金刚石线在光滑的水平面上自然成圈，线圈的最小直径称为自由圈径。

3.7

翘头高度 head bending height

在光滑水平面上金刚石线线两端到平面的最大距离。

3.8

排线间距 winding spacing

将金刚石线均匀缠绕到工字轮上时，每两圈金刚石线之间的距离。

4 产品规格

根据金刚石线所用母线直径尺寸确定金刚石线的规格，金刚石线规格主要包括70 μm、65 μm、60 μm、57 μm、55 μm、52 μm、50 μm、47 μm、45 μm、42 μm、40 μm等。

5 技术要求

5.1 外观

金刚石线应色泽均匀一致，无锈斑，无污染，镀层无破裂或脱落。

5.2 成品线径

成品线径为母线电镀金刚石颗粒之后成为金刚石线成品后，金刚石线的外径，不同规格的金刚石线成品线径及极限偏差见表1。

表1 成品线径

规格 μm	线径 mm	极限偏差 mm
70	0.085	±0.005
65	0.080	±0.005
60	0.075	±0.005
57	0.072	±0.005
55	0.070	±0.005
52	0.067	±0.005
50	0.065	±0.005
47	0.062	±0.005

表 1 成品线径（续）

规格 μm	线径 mm	极限偏差 mm
45	0.060	± 0.005
42	0.057	± 0.005
40	0.055	± 0.005

5.3 破断力

金刚石线的破断力应符合表 2 要求。

表 2 破断力

规格 μm	破断力 N
70	≥ 17
65	≥ 15
60	≥ 13
57	≥ 12.5
55	≥ 11
52	≥ 10.5
50	≥ 9.5
47	≥ 8.5
45	≥ 7.5
42	≥ 6.5
40	≥ 5.5

5.4 金刚石颗粒密度

金刚石线表面镀覆的金刚石颗粒密度应符合表 3 要求。

表 3 金刚石颗粒密度

规格 μm	金刚石颗粒密度 pc/mm
70	$80 \pm 20/120 \pm 20/160 \pm 20/200 \pm 20/240 \pm 20$
65	
60	
57	
55	$60 \pm 20/100 \pm 20/140 \pm 20/180 \pm 20$
52	
50	
47	
45	
42	
40	

5.5 出刃高度

金刚石线表面镀覆的金刚石颗粒出刃高度应符合表 4 要求。

表 4 出刃高度

规格 μm	出刃高度 mm
70	0.004~0.006
65	

表4 出刃高度(续)

规格 μm	出刃高度 mm
60	0.004~0.006
57	
55	
52	
50	
47	
45	
42	
40	

5.6 自由圈径

金刚石线的自由圈径应符合表5要求。

表5 自由圈径

规格 μm	自由圈径 mm
70	≥ 80
65	
60	
57	≥ 70
55	

表 5 自由圈径 (续)

规格 μm	自由圈径 mm
52	≥ 70
50	
47	≥ 60
45	
42	
40	≥ 60

5.7 翘头高度

金刚石线的翘头高度应符合表 6 要求。

表 6 翘头高度

规格 μm	翘头高度 mm
70	≤ 50
65	
60	
57	
55	
52	
50	
47	

表 6 翘头高度 (续)

规格 μm	翘头高度 mm
45	≤ 50
42	
40	

5.8 排线间距

金刚石线的排线间距应符合表 7 要求。

表 7 排线间距

规格 μm	排线间距 mm	
70	0.15~0.60	
65		
60		
57		
55		
52		
50		
47		0.12~0.30
45		
42		
40		

5.9 镀层结合状况

镀层无起皮、脱落等异常。

5.10 线长

根据工字轮类型不同，单卷线长 50 km~250 km。

6 试验方法

6.1 外观

金刚线外观目测检验。

6.2 成品线径

取5 m样线，距线头10 cm处作为第一取样点，后每间隔30 cm进行取样，选取10处，使用千分尺（分辨率为0.001 mm）进行测量，所有测量值均须满足技术要求。

6.3 破断力

测量过程方法可参照GB/T 8358 缠绕法，然后以5 mm/min速率进行拉伸，直至样线断裂，重复测量三次以上取最小值。

6.4 金刚石颗粒密度

取5 m样线，前、中、后段任选取3处，经过取样-清洗-制样，在电镜200倍放大视野下，每隔2 mm截取500 μm，截取5段进行拍照，读取视野下截取的500 μm金刚石线单侧金刚石颗粒总数并计算出平均值T。金刚石颗粒密度计算方法见公式（1）。

$$C=T/l \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C——金刚石颗粒密度，单位为颗/毫米（pc/mm）。

T——电镜视野下读取的金刚石线单侧金刚石颗粒总数平均值，单位为颗（pc）。

l——电镜视野下截取的金刚石线长度，单位为（mm）。

6.5 出刃高度

取5 m样线，距线头10 cm处作为第一取样点，后每间隔50 cm进行取样，选取5处，使用千分尺（分辨率为0.001 mm）测量其外径，并得出其外径平均值D。而后经过制样，在电镜200倍放大视野下，每间隔2 mm作为一取样点，选取5处，测量带有镀层的金属丝直径，并取其平均值d，其示意图见图1，其出刃高度计算方法见公式（2）。

$$H=(D-d)/2 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

H——金刚石颗粒出刃高度，单位为毫米（mm）；

D——金刚石线外径平均值，单位为毫米（mm）；

d——带有镀层的金属丝直径平均值，单位为毫米（mm）。

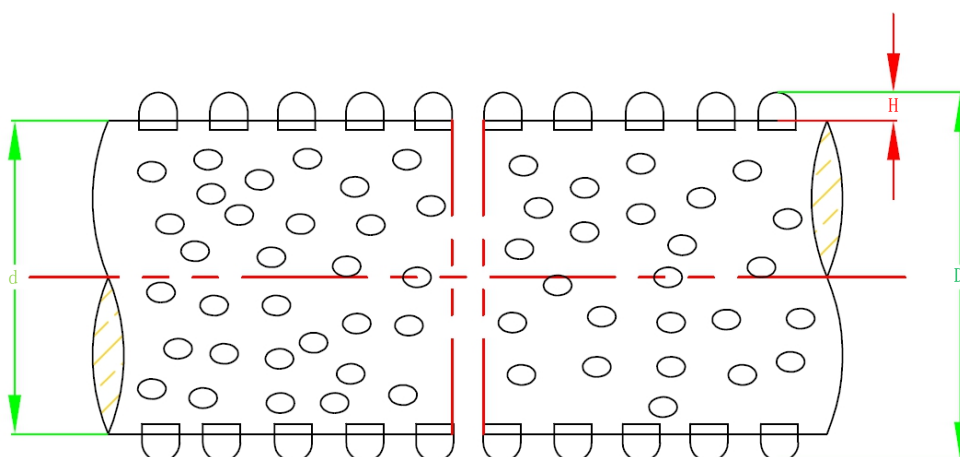


图1 金刚石线示意图

6.6 自由圈径

截取约500 mm样线，提起一端使另一端距离水平面100 mm~200 mm，让其自由下落，在光滑水平面上自然成圈，然后使用分度值不大于1 mm的直尺，测量线圈最小圈径。

6.7 翘头高度

翘头高度试验过程同6.6，然后使用分度值不大于1 mm的直尺，测量金刚石线两端距离水平面的距离，取最大值。

6.8 排线间距

将金刚石线沿垂直于工字轮轴线放线，记录放线行程 X （如图2所示）与工字轮所转动的圈数 Y （ $Y \geq 200$ ），排线间距 S 计算方法见公式（3）。

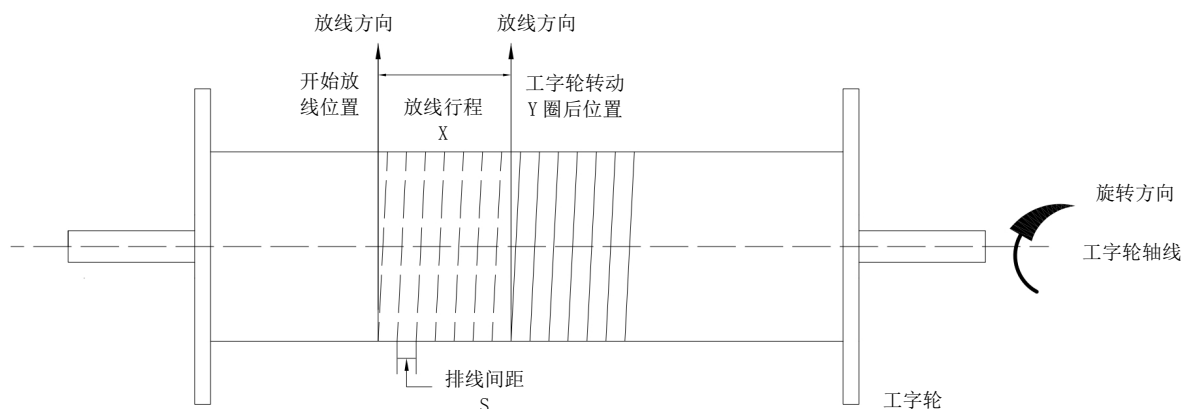


图2 金刚石线排线间距、放线行程示意图

$$S=X/Y \dots \dots \dots (3)$$

式中：

S——金刚石线排线间距，单位为毫米（mm）；

X——金刚石线放线行程，单位为毫米（mm）；

Y——工字轮所转的圈数。

6.9 镀层结合状况

取5 m样线，自线头起每隔50 cm截取20 cm 样线，截取5段，如图3所示，转动可以旋转的芯棒，将样线在均匀的拉力（50 μm（含）规格以下3N，50 μm规格以上5 N）下紧密缠绕在芯棒上，缠绕圈数大于10圈，芯棒直径为1.00 mm。保持10 min后，取下金刚石线，在放大倍数不低于100倍的显微镜下观察金刚石线缠绕部分有是否存在起皮、脱落等异常。

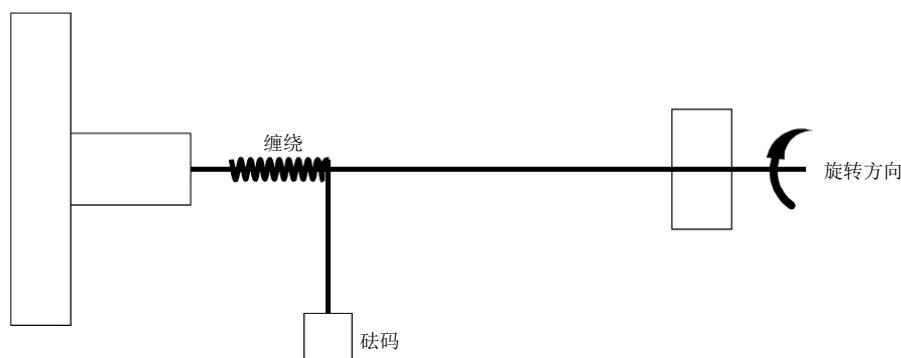


图3 金刚石线镀层缠绕示意图
中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

6.10 线长

单卷金刚线的长度使用计米器测量。

7 检验规则

7.1 检验分类

型式检验项目应符合表8规定。。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验项目

金刚石线出厂检验项目应符合表 8 规定。

表8 检验项目

序号	检验项目	要求章条号	试验方法章条号	出厂检验	型式检验
1	外观	5	6.1	√	√

表 8 检验项目（续）

序号	检验项目	要求章条号	试验方法章条号	出厂检验	型式检验
2	线 径	5	6.2	√	√
3	破断力	5	6.3	√	√
4	金刚石颗粒密度	5	6.4	×	√
5	出刃高度	5	6.5	×	√
6	自由圈径	5	6.6	√	√
7	翘头高度	5	6.7	√	√
8	排线间距	5	5.8	×	√
9	镀层结合情况	5	6.9	×	√
10	线 长	5	6.10	×	√

注：“√”表示应进行该项目，“×”表示可不进行。

7.2.2 抽样规定

每卷金刚石线都需进行出厂检测，取样应从金刚石线首端取 10 m 进行检验。

7.2.3 判定规则

当出厂检验项目检测结果都合格时，则该产品出厂检验合格；出厂检验项目中若有一项或者一项以上不合格，则应在同一卷金刚石线上重新双倍取样，对不合格项目复验，复验项目合格，则该卷金刚石线仍为合格；若复验不合格，则该卷金刚石线不合格。产品出厂前应经检验合格后方可出厂销售。

7.3 型式检验

7.3.1 检验项目

金刚石线形式检验项目应符合表 8 规定。

7.3.2 抽样规则

正常生产情况下，每六个月进行一次型式检验。若有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 试制的新产品（包括老产品转型时）在进行产品定型鉴定时；
- 新产品批量投产时；
- 生产线停产超过 1 个月后又重新生产时；
- 产品在生产工艺有重大改变时；
- 合同有要求时；
- 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

7.3.3 抽样规则

从产品中随机抽取三卷进行检验。

7.3.4 判定规则

当所有型式检验项目检测结果都合格时，则批准该产品型式检验合格；若有任一检验项目不合格，则型式检验不合格。

8 标志、包装、运输、贮存以及废旧金刚石线处理

8.1 标志

金刚石线卷应贴有产品标签，标签内容应包括：产品名称、规格、线长、产品编码、生产日期等。

8.2 包装

产品应采用抽真空、防水防潮、防震动、安全可靠的包装。

8.3 运输

在运输、装卸过程中避免抛掷、受潮、机械磕碰损伤等。禁止与挥发腐蚀性物品混运、混装。

8.4 贮存

产品应在清洁、干燥并在防雨、防潮、密封条件下分类贮存，温度 $10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度低于50%，保质期为六个月。

8.5 废旧金刚石线处理

需要报废的金刚石线，应该单独收集和专门保管，由有处理资质的企业作为废旧金属处理。

