

回收碳化硅使用比例对硅片质量的影响

摘要：

碳化硅微粉是多线切割硅片中最主要的磨料，适合切割较硬、脆的材料。多线切割是由导轮带动钢线进行高速运动，由钢线携带砂浆进行研磨的切割方式，而砂浆就是悬浮液（PEG）和碳化硅（SiC）的混合物，当切割完毕后新砂浆变成废旧砂浆，如果把废砂浆丢弃会造成极大的环境污染而且对成本降低也不利，所以目前光伏行业的发展趋势是使用回收碳化硅，本文讨论了不同比例的回收碳化硅对硅片质量的影响。

引言：

砂浆就是悬浮液（PEG）和碳化硅（SiC）的混合物，切割完的废砂浆中由于含有较多的铁粉、硅粉等杂质，并且参与切割后的许多碳化硅颗粒破损，直接再参与切割会对切割能力造成极大影响，从而影响硅片质量，所以需要对新砂浆进行提炼，将里面的碳化硅及悬浮液进行再处理，然后将再处理后的碳化硅及悬浮液与新碳化硅、新悬浮液进行一定的比例混配再次切割，目前行业内一般回收碳化硅比例到60%-80%，回收切割液比例使用比例达到40%-90%，甚至100%。

一、碳化硅中影响质量的参数

硅片切割主要是钢线携带砂浆进行研磨的滚动式切割，而起主导作用的就是砂浆中的碳化硅，由于切割中碳化硅会与硅发生碰撞、摩擦，使得碳化硅部分颗粒不断的磨损及破碎，从而影响了硅片切割的质量。

在碳化硅几个主要的参数当中，硬度、粒型、粒径、圆形度及微粉含量在切割中起到了至关重要的作用，碳化硅硬度是受碳化硅生产的原料的硬度决定的，冶炼时间的长短决定了碳化硅的硬度，如果硬度过低，在切割过程中与硅碰撞摩擦，会导致颗粒被磨平钝化，导致切割能力不足，最终会使硅片产生锯痕；粒型与其破碎的工艺相关，如果颗粒当中长条状、扁平状颗粒较多，切割过程中就不会起到对硅的滚动摩擦，从而使切割能力下降，造成硅片锯痕、切斜的发生；碳化硅生产过程中无法对相同粒径的颗粒进行集中分离，但是颗粒较大与颗粒较小的碳化硅对切割质量都有不利影响，所以都会要求中值粒径在某一范围内；圆形度及微粉含量在回收碳化硅中体现尤为明显，圆形度表征的是碳化硅棱角的锋利程度，在硅片切割时，如果圆形度较大，即棱角平滑，会使切割能力不足导致硅片锯痕的产生；碳化硅的制作过程中尤其是碳化硅从废砂浆回收过程中，微粉很难处理干净，一般指粒径小于 $2\mu\text{m}$ 的颗粒，微粉存在过多的话，切割过程中微粉会对碳化硅形成包裹，从而使碳化硅的切割能力下降，影响硅片质量。

二、机床试验部分

使用相同的设备对 $156*156\text{mm}$ 多晶硅块进行切割，对比不同回收碳化硅比例下的硅片切割质量情况，回收碳化硅比例50%、60%、65%，回收切割液比例90%、钢线型号0.13mm，相同的工艺参数、相同的砂浆更新量的条件下进行，同时使用扫描电镜、贝克曼粒径分析仪、马尔文3000圆形度仪对碳化硅颗粒进行了圆形度、粒径及微粉含量等的检测，同时对比了不同回收碳化硅比例的废砂浆中硅粉、铁粉及硅片质量的检测。

三、试验结果分析

1. 取GC1200#新碳化硅和切割后回收碳化硅各一组样品进行粒度及圆形度检测，从图中可以看出切割前后碳化硅粒度分布无明显区别。

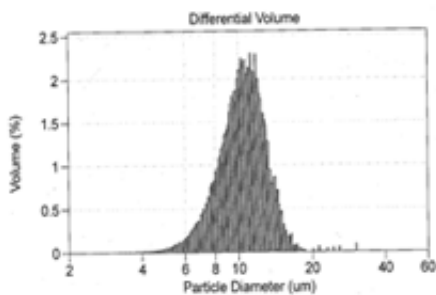


图1 新碳化硅

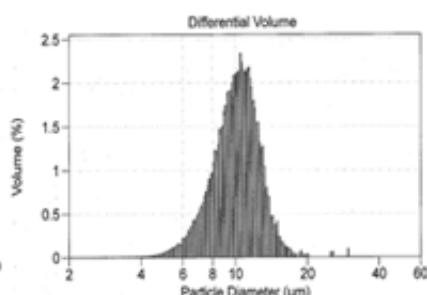


图2 回收碳化硅

从图3、图4中看出回收碳化硅的圆形度值由于切割中磨损数值明显高于新碳化硅，数值约相差0.1um。

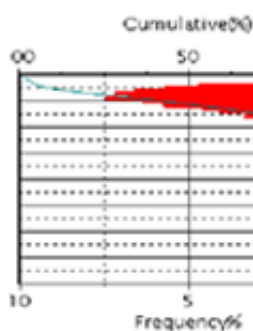


图3 新碳化硅

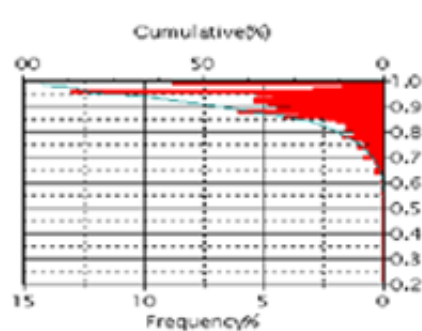


图4 回收碳化硅

从图5、图6中观察抽测的新旧碳化硅中小于2um微粉含量情况，由于回收碳化硅处理工艺决定，回收碳化硅中微粉较新碳化硅中微粉略多2-3%。

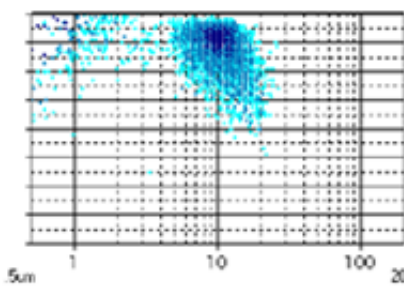


图5 新碳化硅

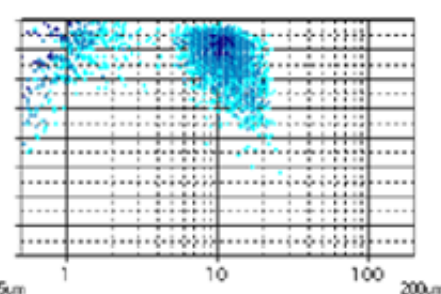


图6 回收碳化硅

2. 根据试验部分，分别抽测切割完毕后的3组废砂浆若干次进行检测，检测后发现不同回收砂比例切割后的废砂浆中所含铁粉有较大差别，因为回收砂比例增大后回收砂对切割质量产生一定的影响，导致钢线摩擦加大，使铁粉含量增加。

四、不同回收砂比例对硅片质量的影响

从上述检测结果不难看出，随着回收砂比例的增大，钢线磨损增加，导致切割末端钢线直径变小，断线的几率也就随之增大；而且随切割时间的推移，碳化硅颗粒不断破碎磨损，切割能力必定有所降低，那么硅片出现锯痕的几率就会增加，并且参加完整个切割过程后，胶面出刀部位很容易出现硅片小崩边现象。

1. 根据机床试验部分对切割后的硅片若干组样品进行锯痕检测，从检测结果看出硅片锯痕值都能满足生产标准要

求，但是不同回收砂比例切割后的硅片锯痕有一定区别，回收砂比例越大，锯痕越大，基本呈线性关系，每提高10%比例的回收砂，硅片锯痕值增大约0.8um。

2. 根据机床试验部分对切割后的硅片若干组样品进行TTV检测，从检测结果看出硅片TTV值都能满足生产标准要求，但是不同回收砂比例切割后的硅片TTV有一定区别，回收砂比例越大，TTV值越小，因为回收砂比例增大后对硅的磨损普遍下降尤其是入线口处，每提高10%比例的回收砂，硅片TTV值减小约1.5um。

3. 由硅片TTV和锯痕检测不难发现，不同回收砂比例切割硅片质量参数有不同之处，但是都符合生产质量的要求。而对应不同回收碳化硅使用比例所切割的合格率为95.45%、95.62%、95.23%。随着回收砂比例的增大，切割质量并未见多大影响，而且也并不是随比例增加呈线性关系。

五、结论

通过试验数据可以看出，其它切割条件相同，使用不同回收砂比例切割，如果质量不稳定会使硅片切斜的几率增大，导致锯痕增大，同时增大回收砂比例也会对胶面出刀小崩边有一定影响。如果回收砂质量稳定的前提下，增大回收砂比例对硅片TTV有好的影响，但会使硅片锯痕稍偏大，也会不同程度的影响硅片小崩边尤其是出刀胶面小崩边会增多，如果工艺调试的比较匹配不会对切割合格率造成影响，而且随着回收砂比例的增大，对硅片切割成本有较大贡献。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/63033.html>