

金刚线切割产业化应用研讨会

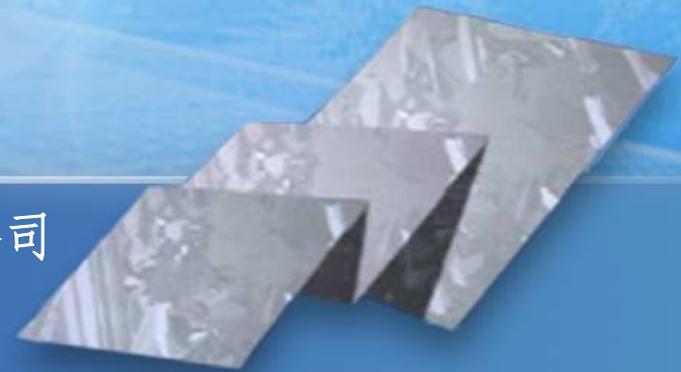


硅片的金刚线切割及硅粉的回收利用

江西赛维LDK太阳能高科技有限公司

章金兵

2014/04/22



一、金刚线切割基本配置

◆ 切割设备及参数

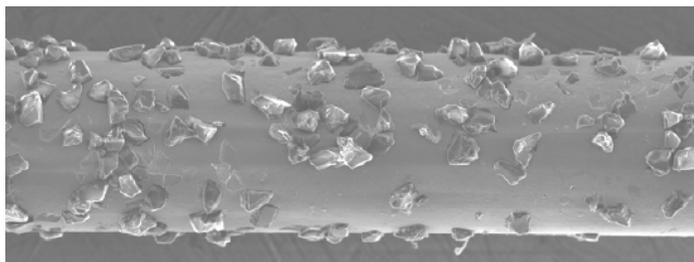


金刚线切割机

TW-320C型

项目/Item	参数/Parameter
最大工件尺寸/Max workpiece size	□156mm×L300mm×2pcs
工作台速度/Table speed	0.75mm/min
钢线最高线速/Wire speed	Max 900m/min
新线进给速度/Wire feed speed	Max 30m/min
钢线往返次数/Wire running reciprocation cycle	Max 3 cycles/min
钢线张力设定范围/Wire tension control range	10~25N
新线储线量/New wire length	Max 50km
旧线储线量/Take up wire length	Max 50km
加工液缸/Slurry tank	Capacity:300L

◆ 金刚石线及其参数



电镀金刚石线(日本厂家)

(线径 ϕ 0.140mm-胚线 ϕ 0.120mm-金刚石粒度12~25um)



树脂金刚石线 (国内厂家)

(线径 ϕ 0.140mm-胚线 ϕ 0.115mm-金刚石粒度10~20um)

应用于单晶硅片切割

应用于多晶硅片切割

我司自2011年开始进行金刚石线相关技术研究，涉及单晶和多晶的金刚石线切割及冷却液研制、切割硅粉回收等领域。

二、金刚石线加工优势(对比砂浆加工法)



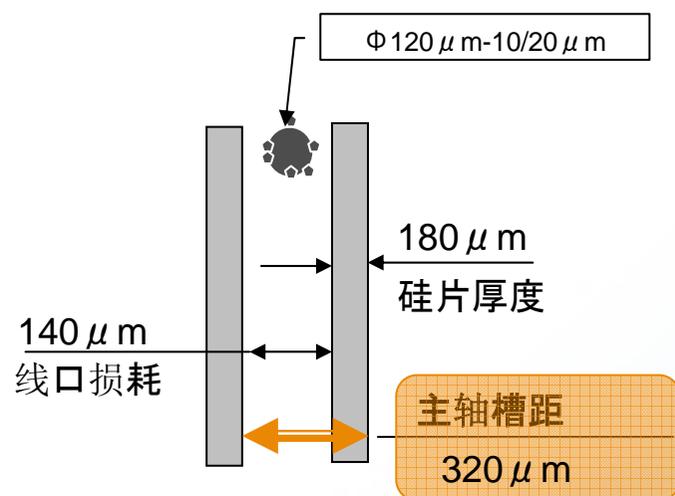
◆ 切割效率高

项目	金刚线切割 (TW-320C)	砂浆切割 (HCT-B5)
硅块加工尺寸	600mm	1000mm
导轮槽距	0.32mm	0.34mm
工作台速度	0.75mm/min	0.35~0.40mm/min
加工及准备时间	5小时	9~11小时
加工刀数/天	4.8次/天	~2.4次/天
加工产能	8550片/天	6705片/天
	12.9MW/年	10.1MW/年

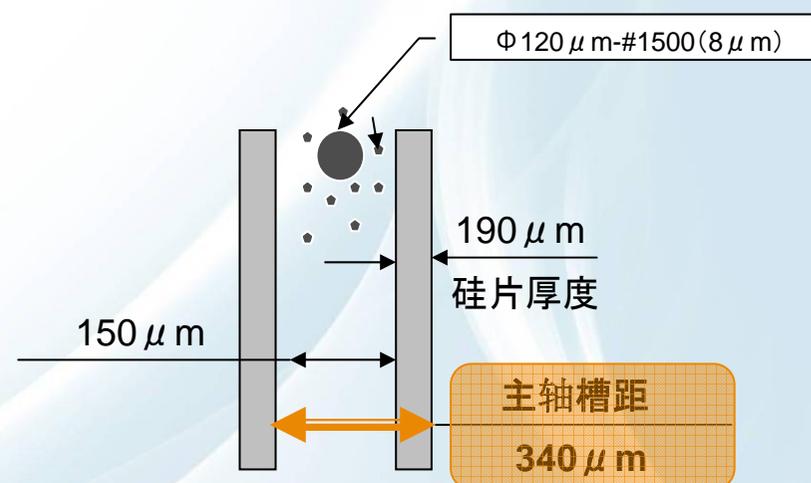
相比砂浆切割，金刚线切割单刀次时间缩短50%、设备产能提高约30%。

◆ 线口损耗少

金刚线加工



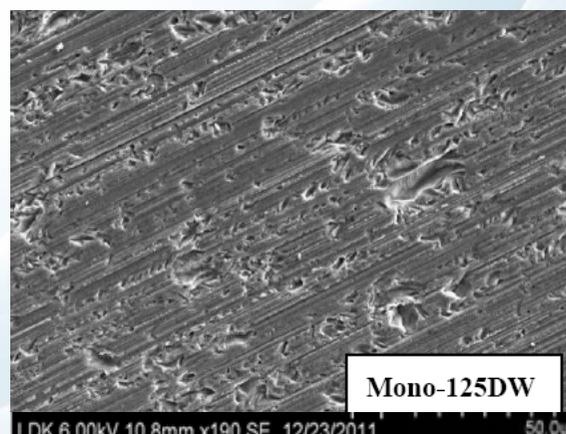
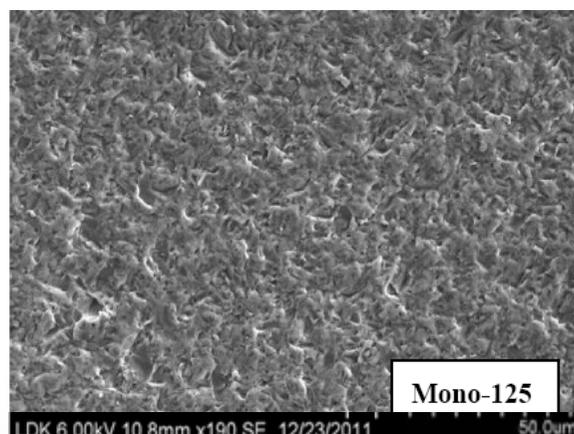
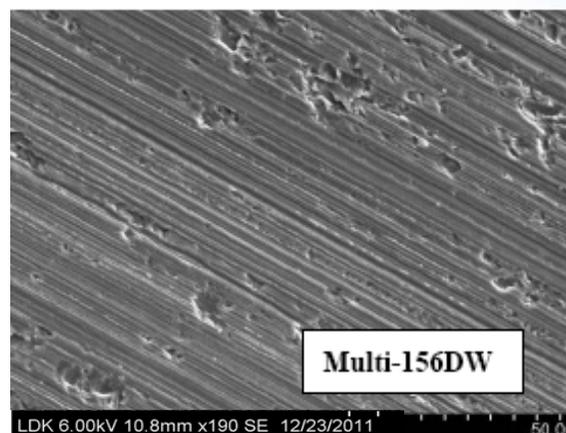
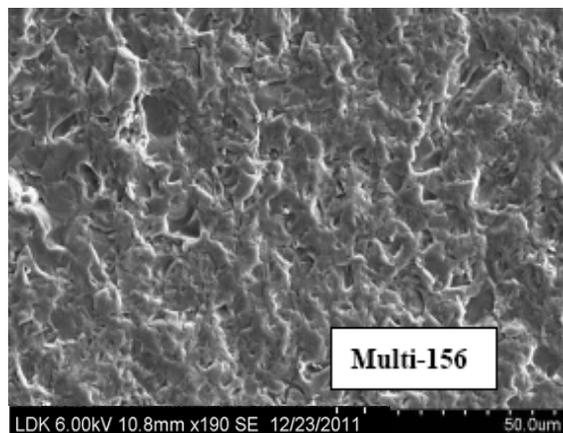
砂浆加工



线口损耗降低10 μm，即硅料有效利用率提高约6%。

金刚线切割有利于切割薄片（如180um, 170um, 160um...）

◆ 硅片表面损伤少

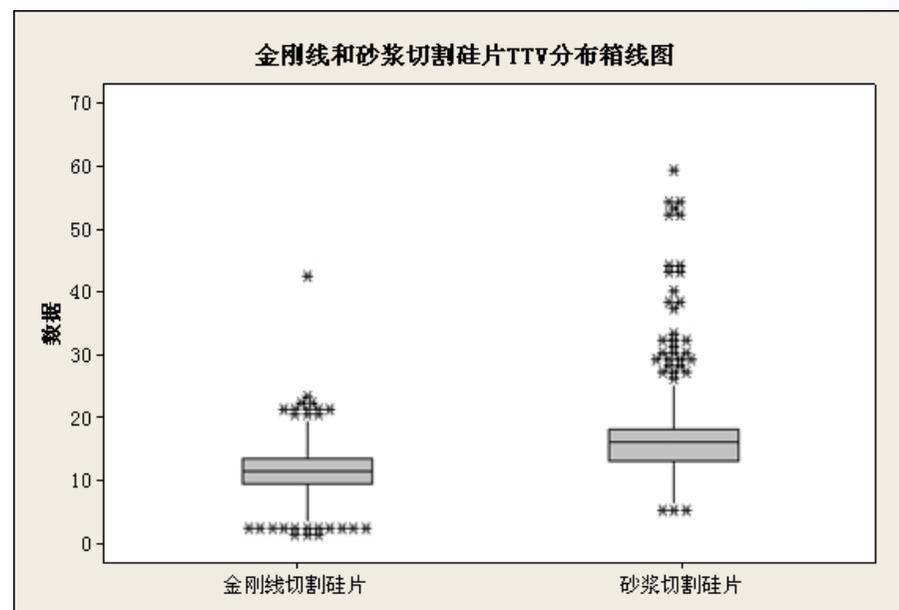


砂浆切割硅片

金刚线切割硅片

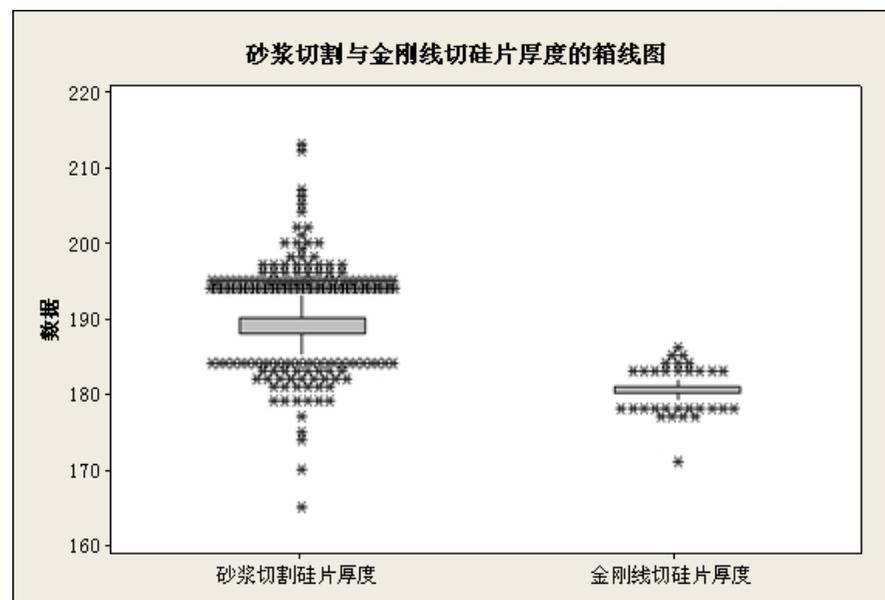
相比砂浆切割 (损伤层厚度 $7\sim 11\mu\text{m}$), 金刚线切割对硅片表面造成的损伤少 (损伤层厚度 $\sim 5\mu\text{m}$), 硅片表面平整性好!

◆ 硅片TTV值小



金刚线切硅片TTV值小且分布较集中；而砂浆切割硅片TTV值较大且较分散。

◆ 硅片厚度均匀性好



金刚线切硅片厚度分布较集中

◆ 冷却液回收过程简化且环保

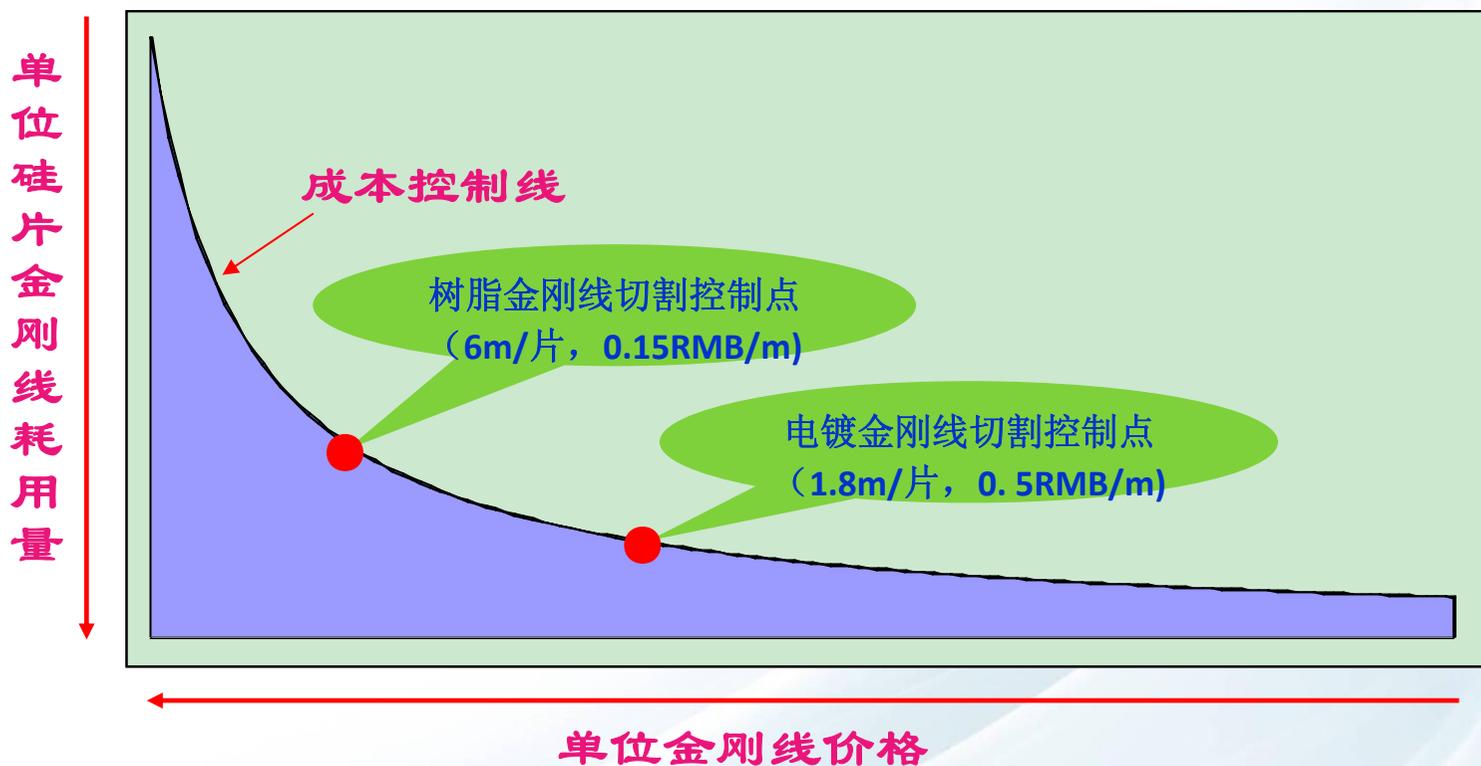
冷却液在线回收



冷却液回收过程简单且环保，冷却液体系性能稳定

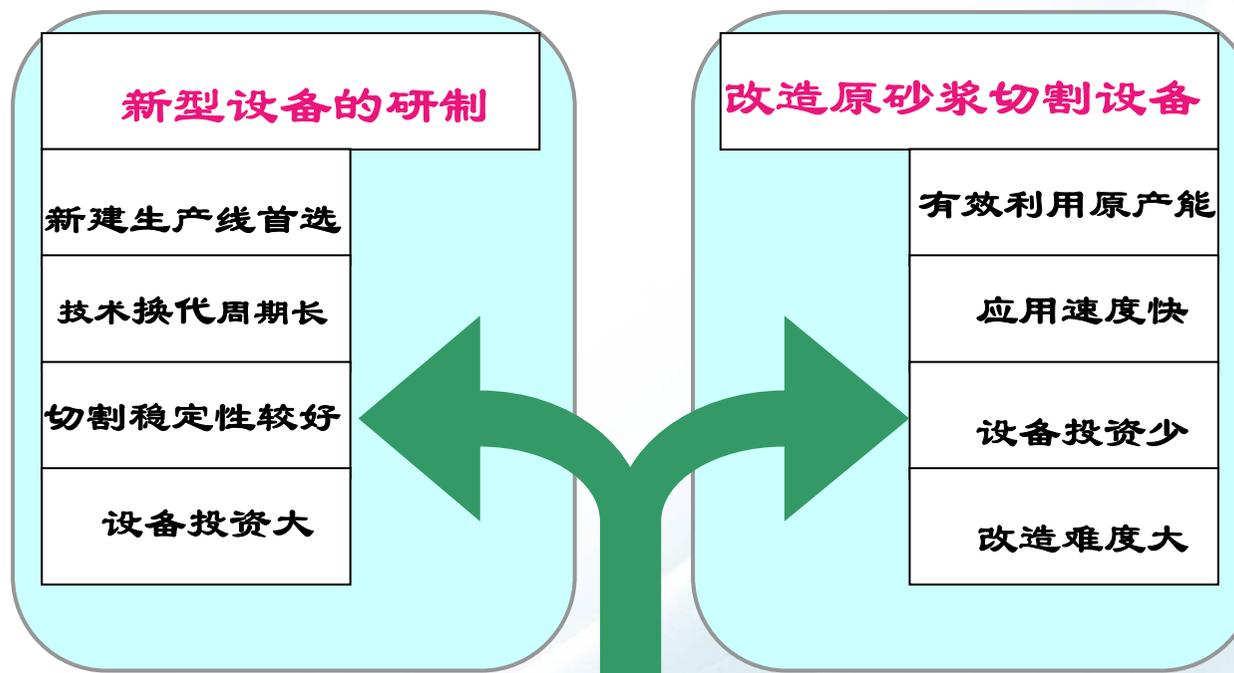
三、全面应用亟待解决的问题

◆ 金刚线价格下降及质量提升



金刚线产品应同时兼顾价格和切割能力优势

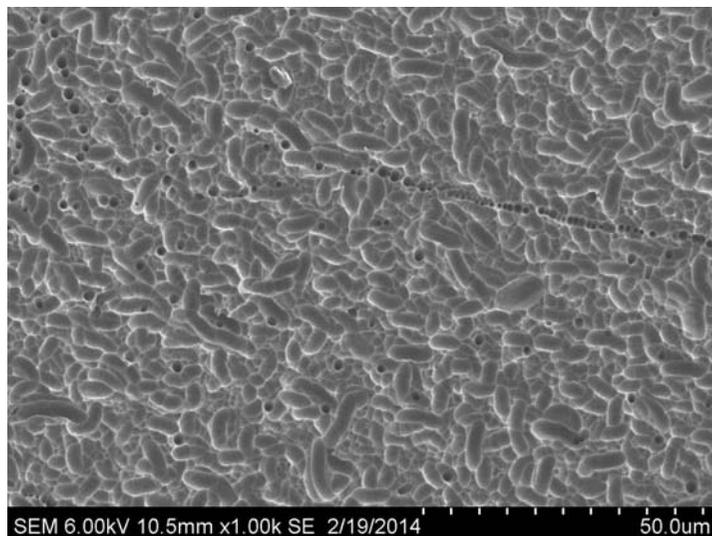
◆ 研制新型设备 or 改造原砂浆切割设备？



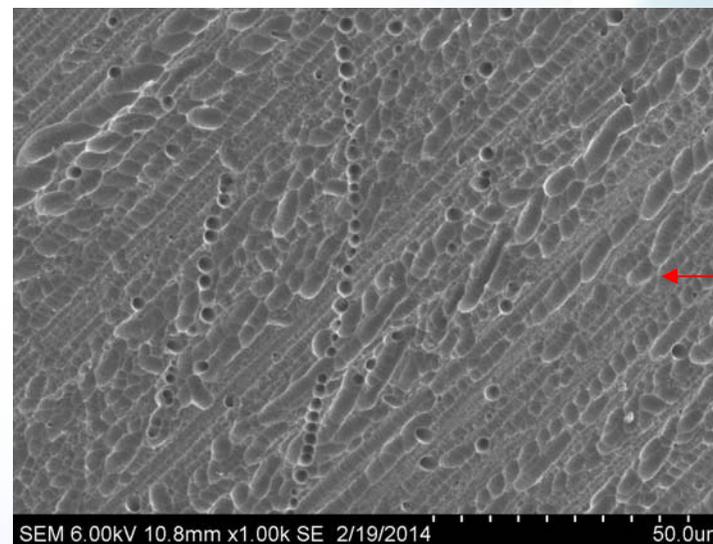
金刚线切割设备

设备厂家的另一个角色：改造原砂浆切割设备

◆ 电池厂家制绒工艺需完善



砂浆切割硅片制绒



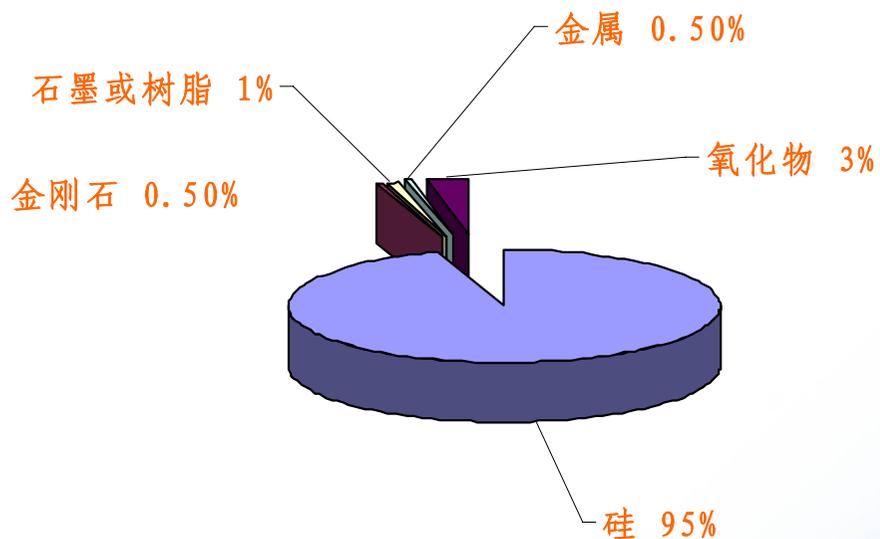
← 往复纹

金刚线切割硅片制绒

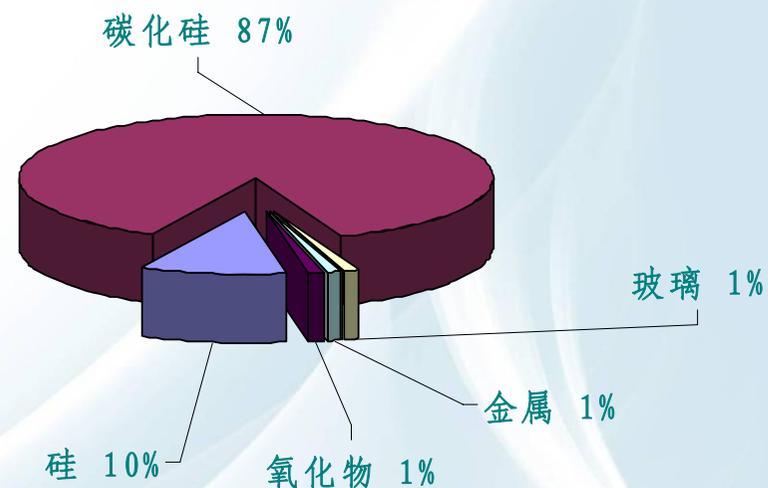
金刚线切割硅片使用原有电池工艺在效率上有0.2~0.3%的下降，需持续研制新制绒工艺。

四、切损硅粉的回收利用

◆ 硅粉的可回收性(与砂浆硅粉对比)



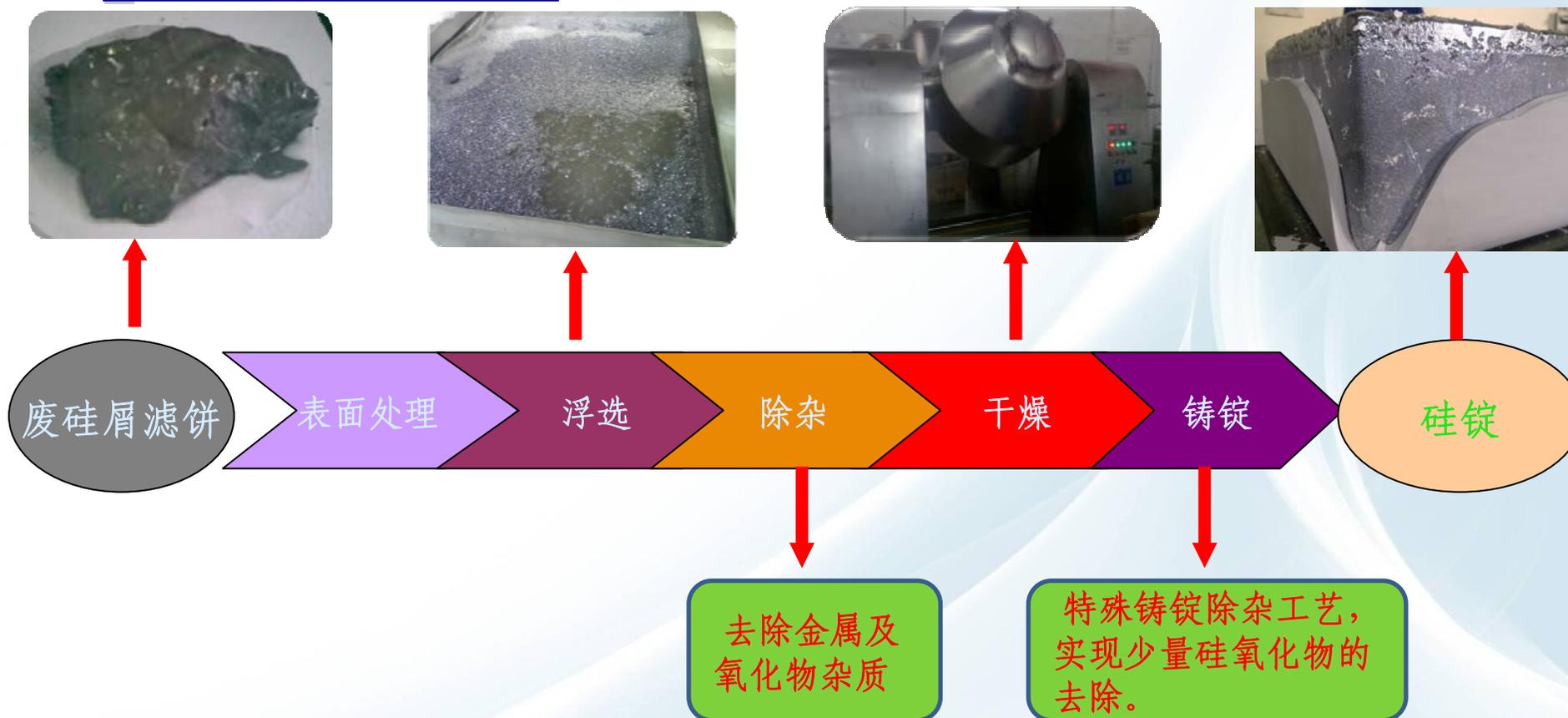
金刚线切割硅屑组成



砂浆切割硅屑组成

金刚线切损硅粉易回收，砂浆切损硅粉中的碳化硅难分离。

◆ 硅粉回收利用技术



赛维LDK公司拥有硅粉回收专利技术，并已建立了硅粉回收生产线，相关技术已获新余市科技进步奖及江西省技术发明奖。

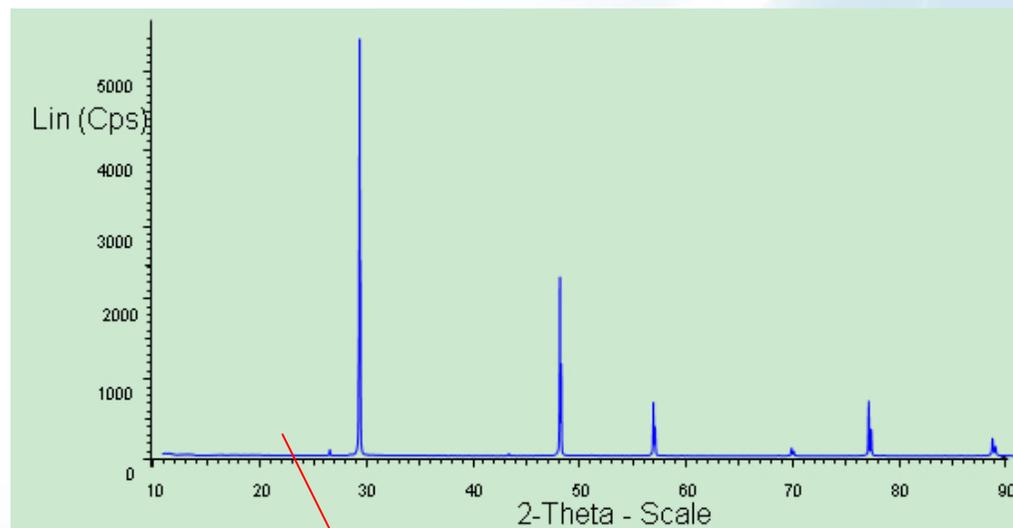
◆回收硅粉的质量分析

检测结果 (单位: ppm)

元素	样品名	硅粉 (ppm)
Al		0.676
As		0.128
B		0.349
Ba		0.079
Ca		N. D.
Cr		0.78
Cu		0.68
Fe		0.85
K		0.794
Mg		0.654
Mn		0.662
Na		0.96
Zn		0.46
Ni		0.71
P		0.289

N.D.:低于方法检出限

回收硅粉ICP测试结果



18~28° 范围没有出现明显的二氧化硅非晶包

回收硅粉XRD测试结果

硅粉金属杂质含量<10ppm, 二氧化硅含量<0.5%, 即硅粉纯度大于99.5%

五、结论

- 金刚线硅片切割技术具有切割效率高、环保、适于薄片切割、硅料利用率高等优点，发展前景广阔；
- 金刚线硅片切割技术的全面应用需解决降低钢线成本、设备改造及配套电池工艺的问题；
- 金刚线切损硅粉的回收可以实现，但铸锭利用需调整合适工艺。

Thanks for your attention !