



# 浅谈——光伏产业链

——2023. 2. 26

——松子



- 保持独立思考

课程内容仅做学术讨论，并不做任何投资决策建议。投资请保持独立思考。

- 投资请保持理性

跟风投资可能造成极大风险，请务必保持理性，扩大能力圈。谨慎投资，规避风险。

郑重声明

# 目录

- 01 为什么投资光伏
- 02 光伏产业链
- 03 上游：硅料、硅片
- 04 光伏产业上中下游的企业有哪些？





# 为什么投资光伏？

5年5倍的成长空间

# 为什么投资光伏？

## 为什么投资光伏？

### 1.国家能源安全自主可控

### 2.发电成本逐年降低

光伏的发电成本逐年降低，已经可以逐步替代火电。从全球范围来说，光照条件好的地区，光伏发电已经非常便宜。

### 3.市场空间巨大

现在光伏发电只占有所有发电领域3%的份额，行业空间巨大。

# 为什么投资光伏？

## 什么是光伏？

**光伏 (Photovoltaic)：**是太阳能光伏发电系统 (Solar power system) 的简称，是一种利用太阳电池半导体材料的光伏效应，将太阳光辐射能直接转换为电能的一种新型发电系统，有独立运行和并网运行两种方式。

太阳能光伏发电系统分类，一种是集中式，如大型西北地面光伏发电系统；一种是分布式（以 $>6\text{MW}$ 为分界），如工商企业厂房屋顶光伏发电系统，民居屋顶光伏发电系统。

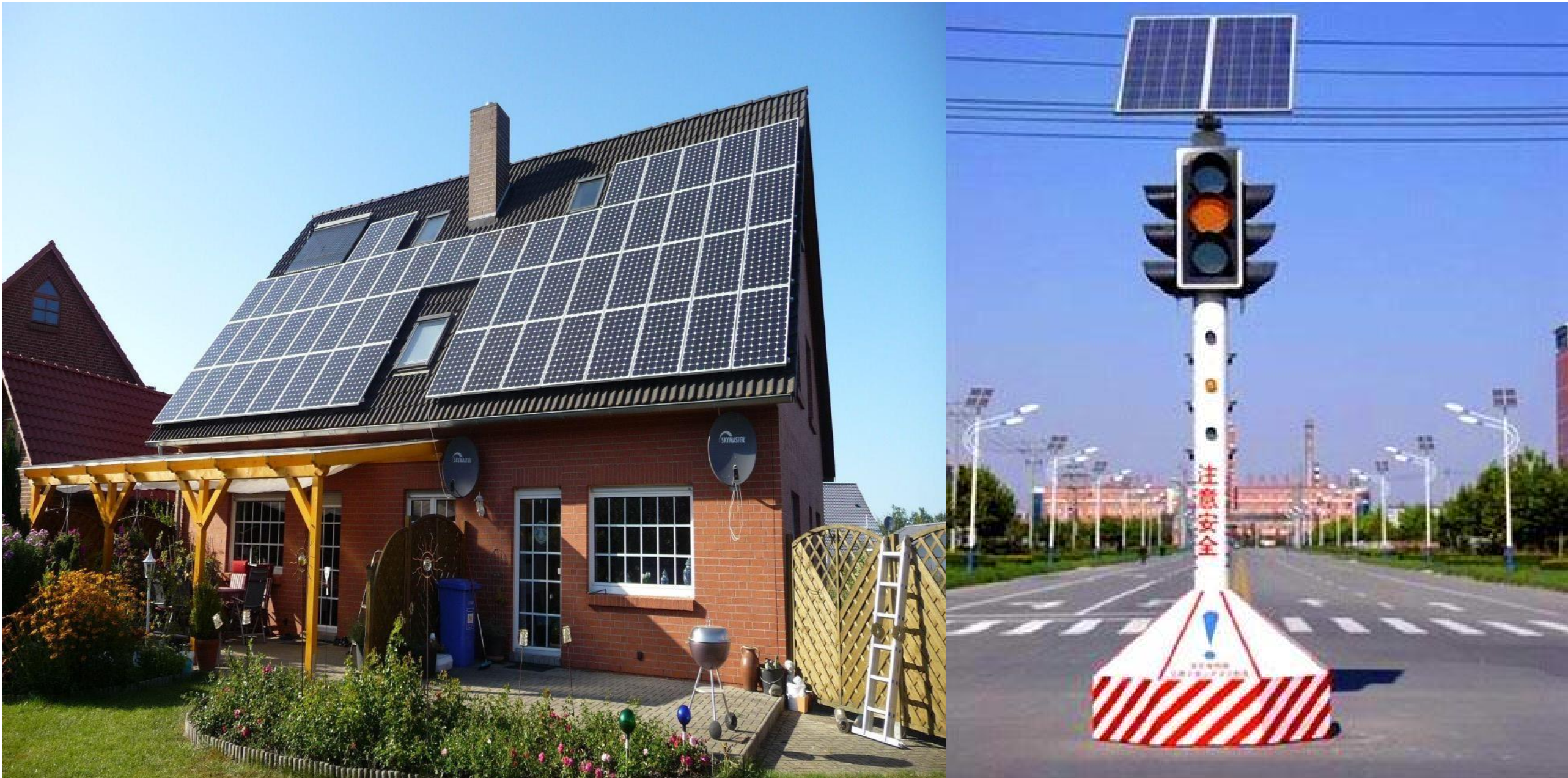


## 集中式光伏发电系统





## 分布式光伏发电系统



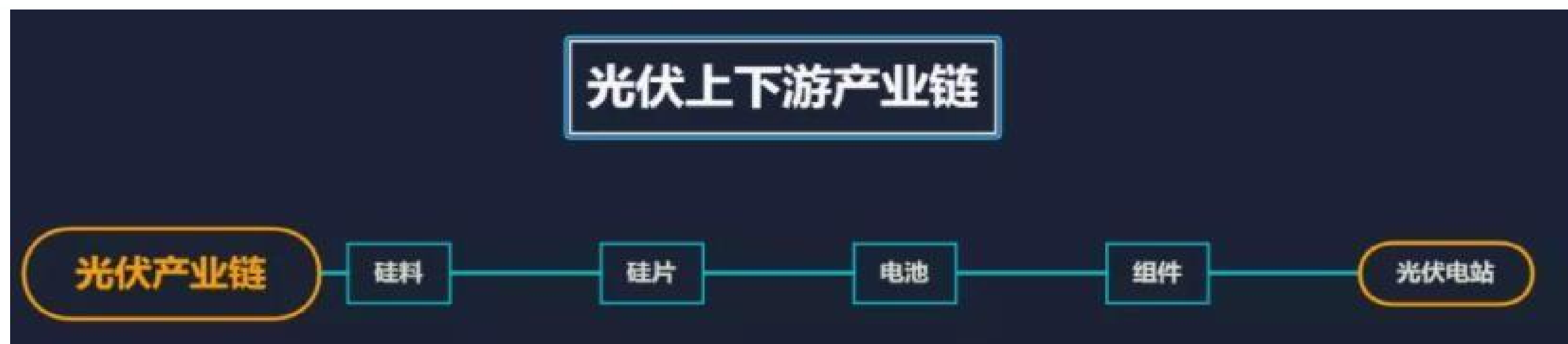
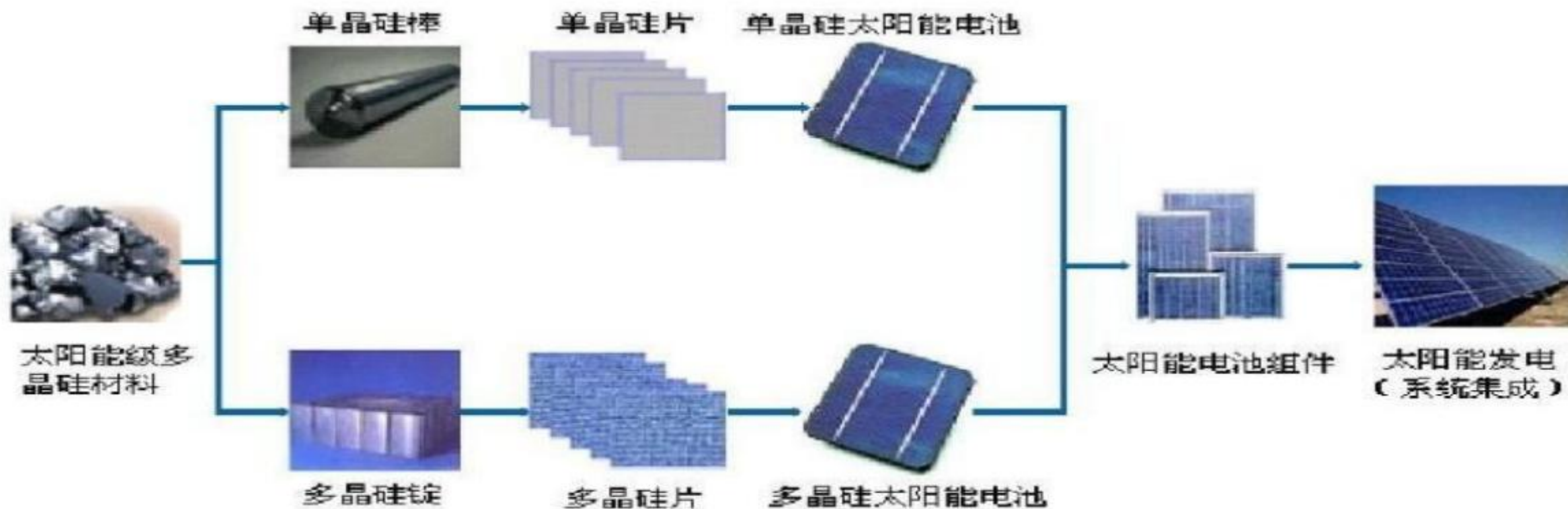




# 光伏产业链

带你了解产业的上中下游

# 光伏产业链



# 光伏产业链





## 光伏产业链之上中下游





上游：硅料、硅片之争



- 硅料算是化工行业的一种，资金和技术壁垒较高，扩产周期较长，投产周期是一年半左右。
- 生产工艺：石头加工、酸洗等（改良西门子法、硅烷流化床法）
- 光伏常用的多晶硅纯度要在99.9999%以上，这就是人们常说的6个9，电子级要求则更高，需要达到9个甚至11个9。
- 市场占有率：现在全球光伏硅料70%以上的产能都是中国的。



**致密料外表光滑、颜色明亮，纯度高，制备成本高。通常用于单晶硅片**



**菜花料表面粗糙呈菜花状，颜色偏灰，纯度较低，制备成本低。通常用于多晶硅片**



# 硅料

多晶硅的生产技术目前的主流是**改良西门子法**。多晶硅的生产成本，主要包括电力、金属硅、人力等，其中电力成本占比最高，占多晶硅成本的 40%左右，这是因为生产过程要耗电升温，硅芯要通电加热，炉体要冷却 控温，这些都非常耗电。

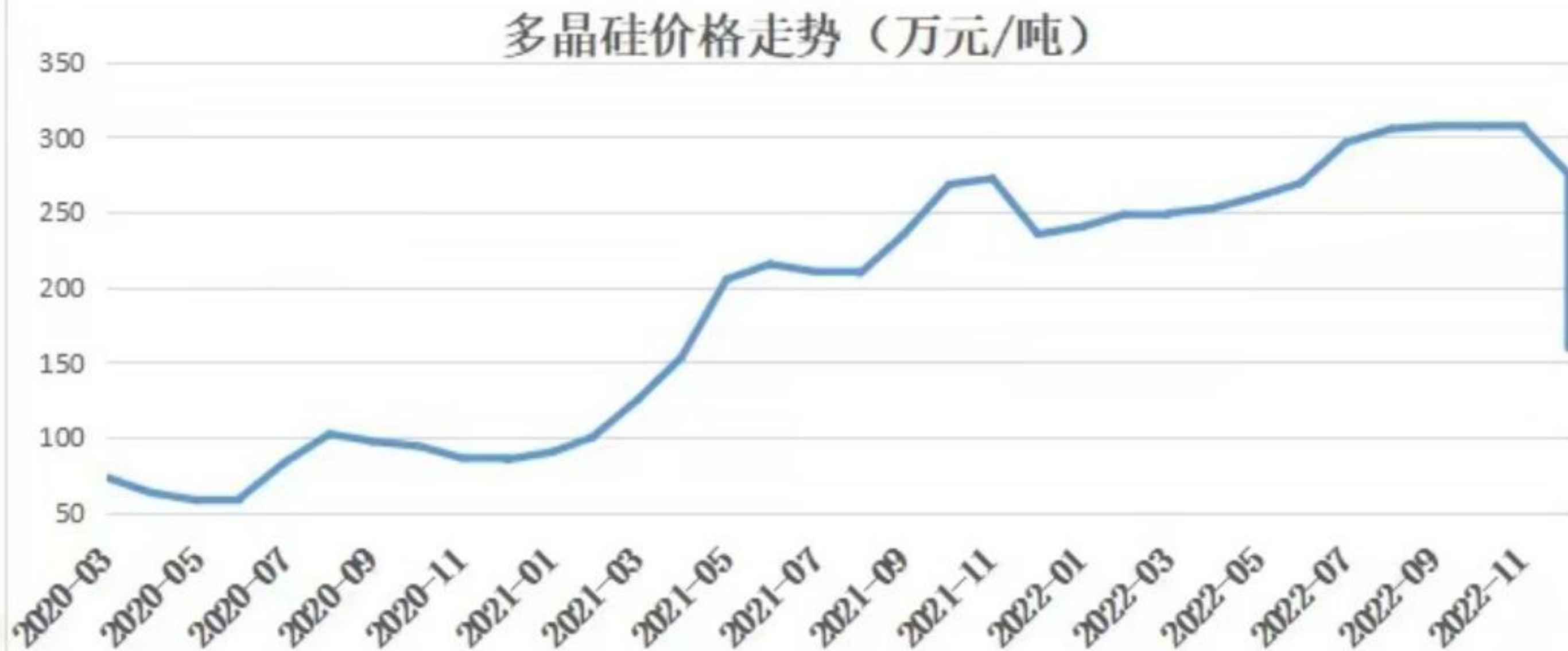
**通威股份**是A股上市的硅料龙头，使用的是主流的西门子法，**生产成本是行业最低水平，毛利排名第一**。

除了改良西门子法，还有另外一种硅料生产技术，就是**硅烷流化床法**，用硅烷流化床法生产出来的就是**颗粒硅**。该方法大概可以节约2/3的电费，但是，颗粒硅的生产工艺决定了硅料的杂质含量很难控制，还有在包装运输过程中会有一些污染，因为颗粒硅的表面积大，更容易吸附杂质。

所以现阶段，颗粒硅只能作为填充料掺一部分，从下游硅片厂的交流记录 来看，比例最多只能用到20%。显然现在这个技术还不够成熟，国内仅有 blxx **(港股)** 号称可以量产。

## 多晶硅的价格走势

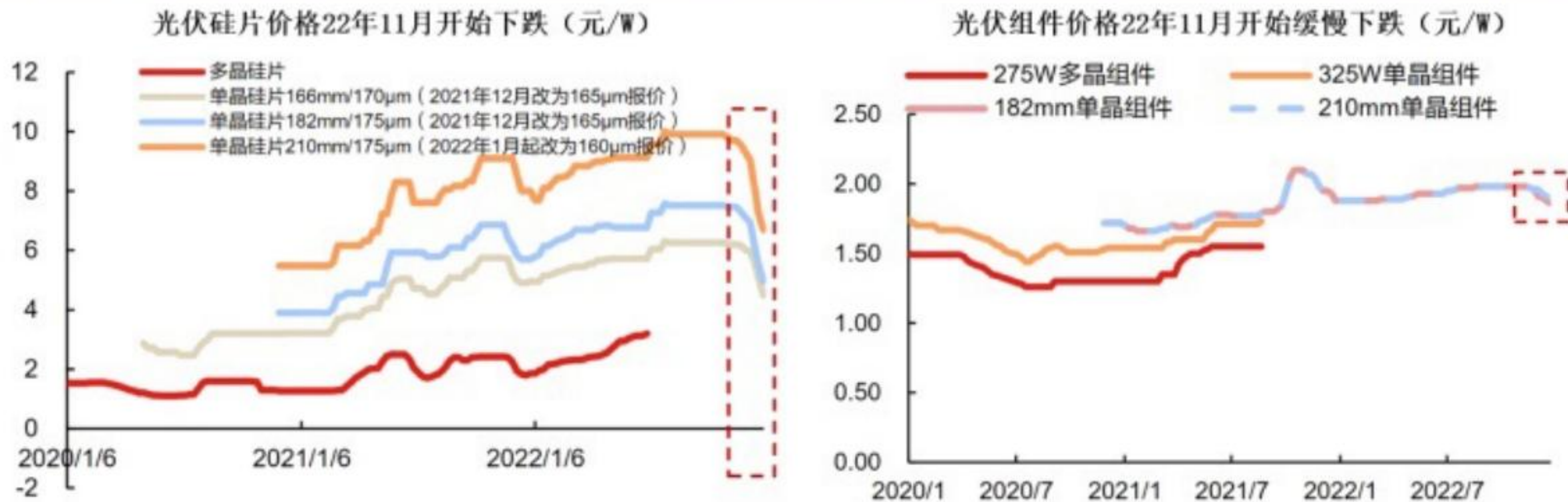
图：多晶硅价格走势



资料来源：WIND，九方智投



图：光伏硅片价格 22 年 11 月开始下跌（元/W）；光伏组件价格 22 年 11 月开始缓慢下跌（元/W）



资料来源：WIND，九方智投，东方证券

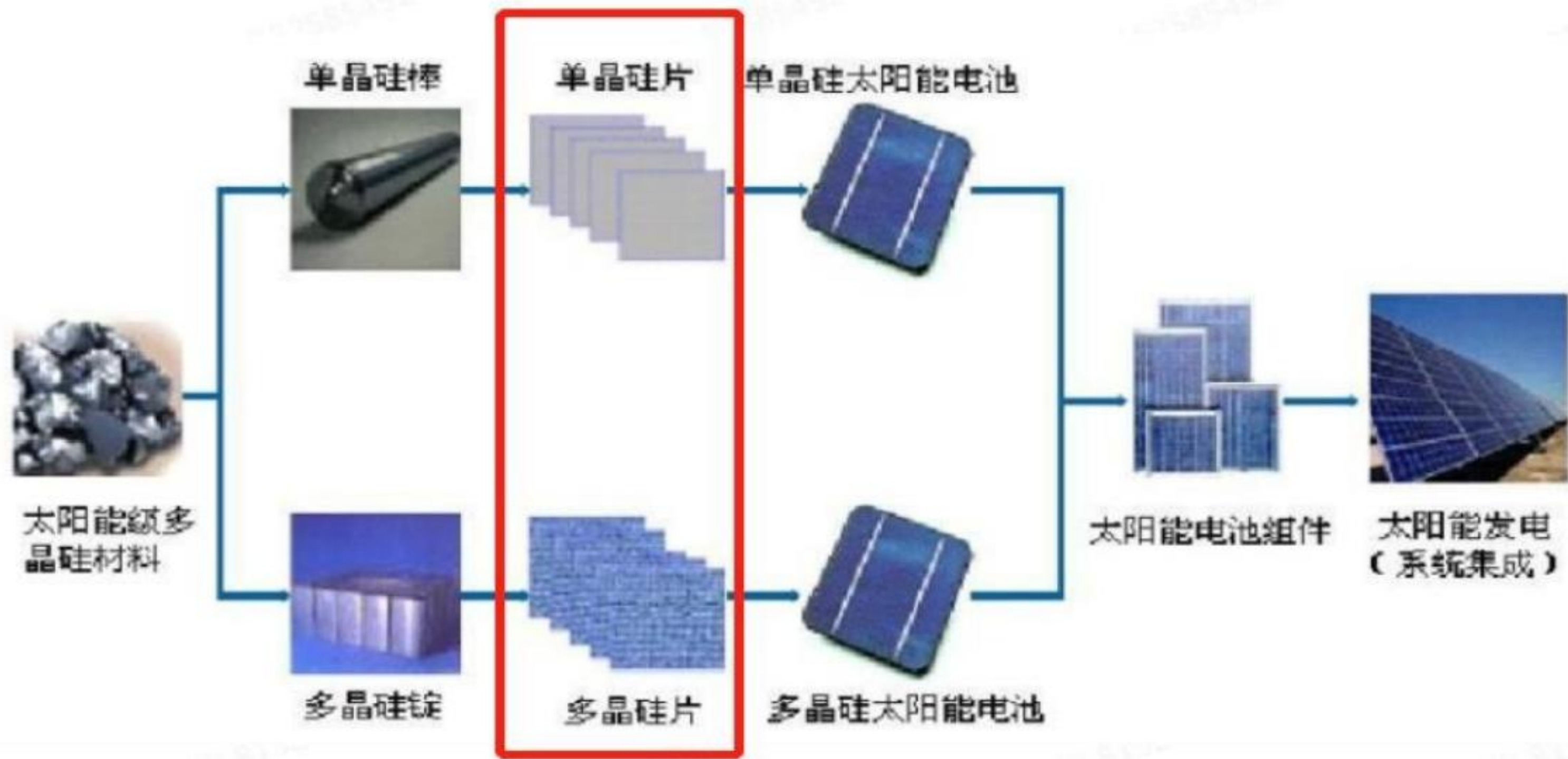
# 上下游达到平衡后——光伏重启

光伏前一段时间为什么涨不动？

硅料由于产能的紧缺，疯狂涨价，而且现在硅料涨价已经传导到了硅片，硅片厂家普遍涨价，可是在电池片和组件环节，价格提不上去，等于说成本的上升都靠电池片和组件厂商承担了，长时间下去肯定会影响电池片以及组件的产量，这样反过头来又会抑制硅料以及硅片的涨价。

说到底光伏是需要不断降本才能跟传统火电去竞争的，这个特性导致涨价很难往下游去传导，现在硅料，硅片赚的多了，电池片和组件自然赚的少 甚至还要亏钱，整体需求就会收到影响。

等什么时候才能顺畅呢，要等行业的上下游达成新的平衡，只是时间问题。光伏整体的需求不是没有了，而是延后了。





# 硅片-外观差异

## 单晶硅片：

**四个角呈现圆弧状，表面没有花纹；**  
单晶硅原子结构排列，单晶是有序排列，杂质较少。



## 多晶硅片：

**四个角呈现方角，表面有类似冰花一样的花纹。**多晶硅的原子结构排列无序，杂质多。



## 硅片-生产工艺差异

### 单晶硅：

高温熔化硅料后，引导原子同向排列。成本高（近年有所降低），品质更好，转化效率更高



Baidu 百度

### 多晶硅：

高温熔化硅料后，原子排列方向不同。成本低，品质较低，转化效率略低。



# 硅片-生产工艺差异

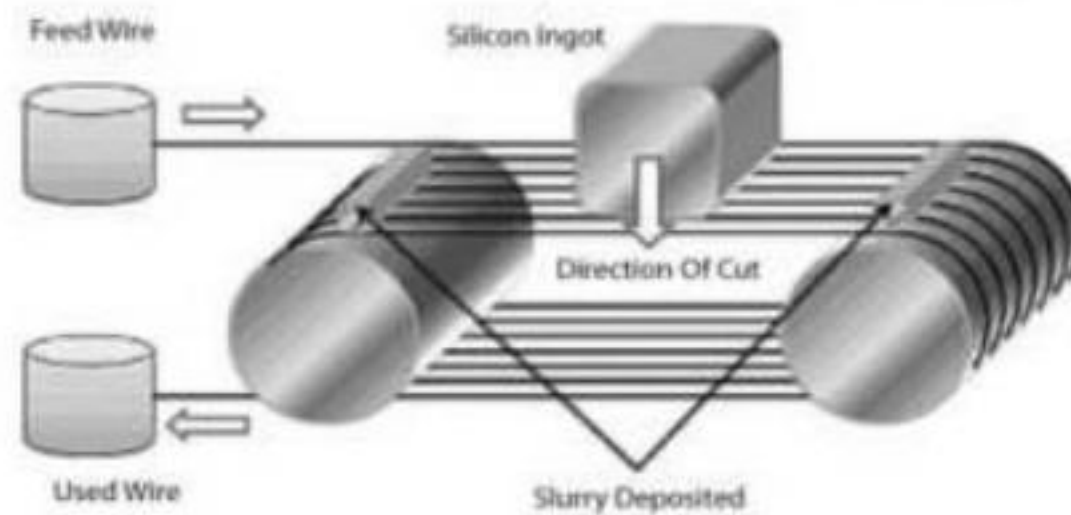
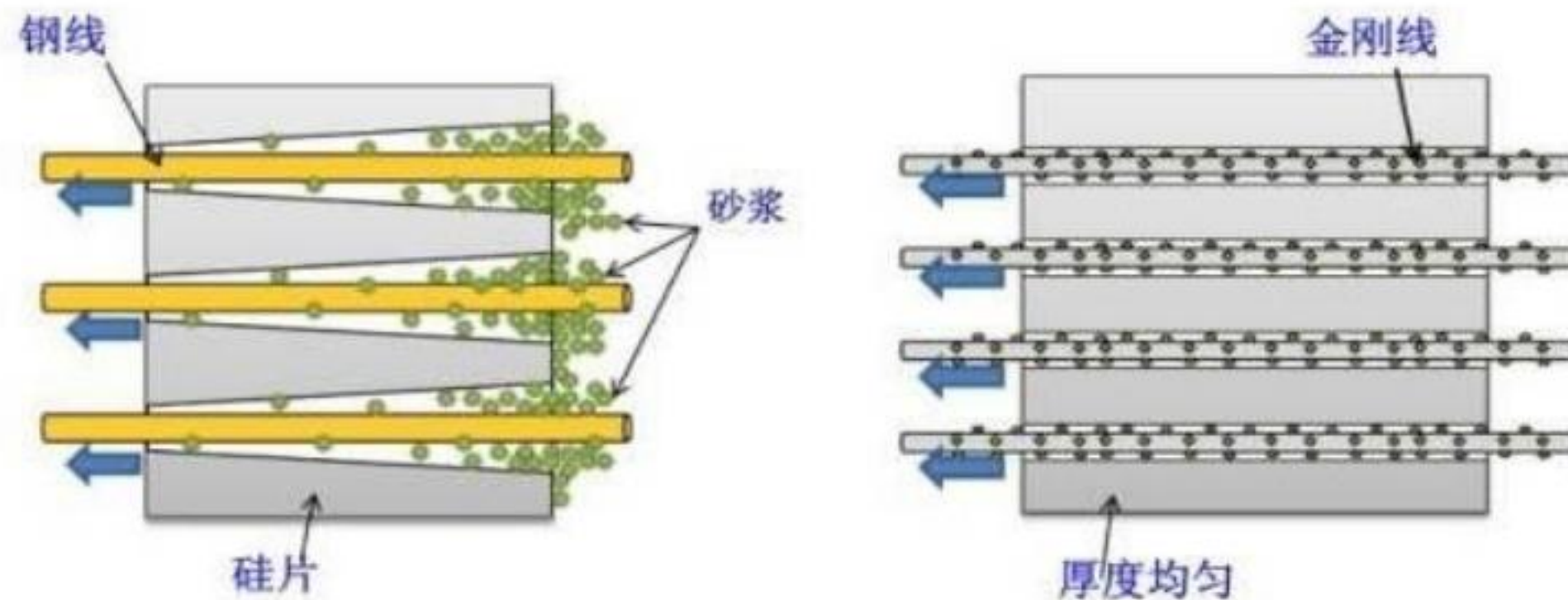
## 单晶硅： 金刚线切割技术

## 多晶硅： 砂浆线切割技术

单晶硅原子排序整齐，所以用金刚线可以切得更整齐，硅片也可以更薄。

而多晶的杂质多，内部的硅原子排列是杂乱的，如果用金刚线切的话，碎片率会非常高

### 砂浆切割与金刚线切割过程





总结：

- ➡ 外观，单晶硅深蓝色，近乎黑色，多晶硅天蓝色，颜色鲜艳，单晶电池片四角圆弧状，多晶电池片正方形。
- ➡ 看转化率，单晶效率高于多晶，大概在10%-20%左右。
- ➡ 看性价比，之前来说多晶性价比略高于单晶，仅仅是之前而已，随着单晶组件成本的降低，最近几年已经发生逆转。
- ➡ 看未来，单晶是趋势，多晶要逐渐被淘汰。

**大尺寸目前是发展的方向，对于降本增效也是起到了积极的作用。**

- 这几年从M2单晶硅片（边长156.75mm），到G1单晶硅片（边长158.75mm），到M6单晶硅片（边长166mm），再到到现在隆基的M10（边长182mm）和中环的G12单晶硅片（边长210mm）
- 大尺寸和薄片化是未来的发展趋势，光伏硅片大尺寸有助于提升硅片产能，降低单位投资，降低拉晶能耗，从而降低电池非硅成本。

## 硅片尺寸之争

一、光电转化效率，衡量的是太阳能电池把太阳能转化成电能的能力，其值是一个百分数。

太阳能电池的测试设备，采用AM1.5G的标准光谱，其光强为1000W/平方米。

一块M6硅片的面积是274.16平方厘米，如果用AM1.5G的标准光照射后，它上面的能量是27.4瓦，假设硅片的功率是5.6瓦，则其转换效率为 $5.6/27.4=20.44\%$ 。



二、产能的单位，光伏产业链上除了硅料的产能单位是吨，硅片、电池片、组件的产能都是瓦。

这是因为各家公司的硅片尺寸和光电在转换效率都不一样，所以最简单直接的就是说能产出来多少电能就好，电池片和组件也是同理。

三、单瓦成本，衡量的就是得到一单位电能需要多少成本。

比如硅片A和硅片B的面积、厚度等都相同，但区别在于硅片A由于使用了更先进的技术和生产工艺，使得光电转换效率比硅片B要高。

假设硅片A的功率为5W，而硅片B的功率只有4W，但是由于工艺更复杂，硅片A生产成本也会更高，硅片A的生产成本是2元，而硅片B的成本是1.5元。

如果计算单瓦成本，硅片A是成本 $2/5=0.4$ 元/W，硅片B是成本 $1.5/4=0.375$ 元/W，所以我们应该选择单瓦成本更低的硅片B，而不是技术更先进的硅片A。

在硅片环节的方向基本上还是以**降本增效**为主。

## 硅片产业格局

单晶硅片市场目前呈现双寡头格局，从2019年的产能来看，隆基股份和中环股份的市场份额加起来超过了70%，行业集中度非常高，基本上他们也掌握了单晶硅片的定价权。

但从毛利率来看，隆基股份比中环股份要高10个百分点左右，因为隆基股份在硅片领域，单位综合成本比其他同行低15%以上，其中非硅成本比中环股份低10%。所以一旦如果硅片打起价格战来的话，没有谁可以是隆基股份的对手。



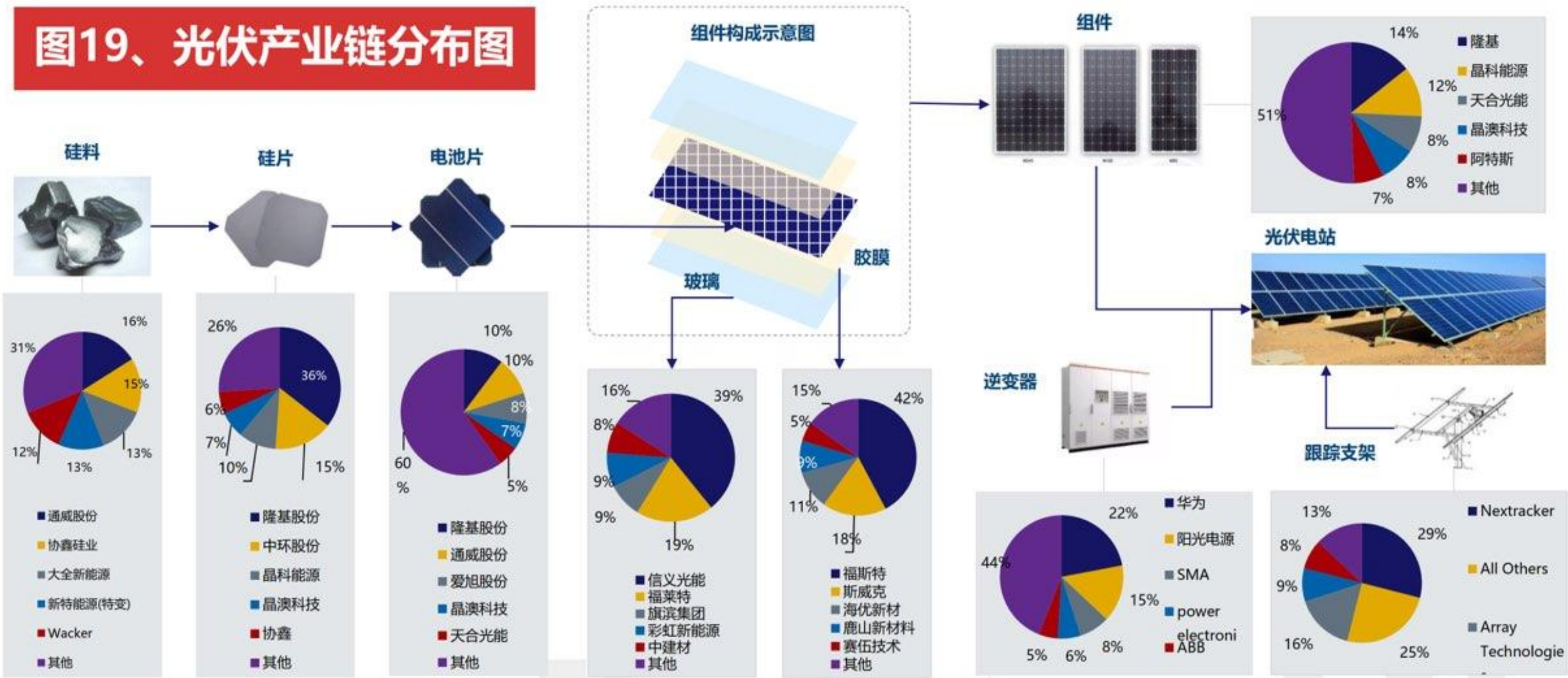


光伏产业上中下游的企业有哪些？

产业链解析



图19、光伏产业链分布图



注：除跟踪支架数据为2019年外，其余环节都为2020年数据



答疑互动





## 泡泡独家福利

下一场：五年看涨十倍的储能行业



感谢观看

