

Esrisolar

太阳能组件工艺流程



目录

一、光伏行业简介

二、光伏发电原理

三、光伏发电应用

四、组件生产工艺

一、光伏行业简介

1、行业背景

(1) 非再生能源：包括煤、石油，天然气，木材等，地球上的储备量一定，一旦消耗不可再生。

(2) 可再生能源：消耗后可得到恢复补充，不产生或极少产生污染物。如太阳能、风能、水能等；太阳能是未来最清洁、安全和可靠的能源，发达国家正在把太阳能的开发利用作为能源革命主要内容长期规划，光伏产业正日益成为国际上继IT、微电子产业之后又一爆炸式发展的行业。

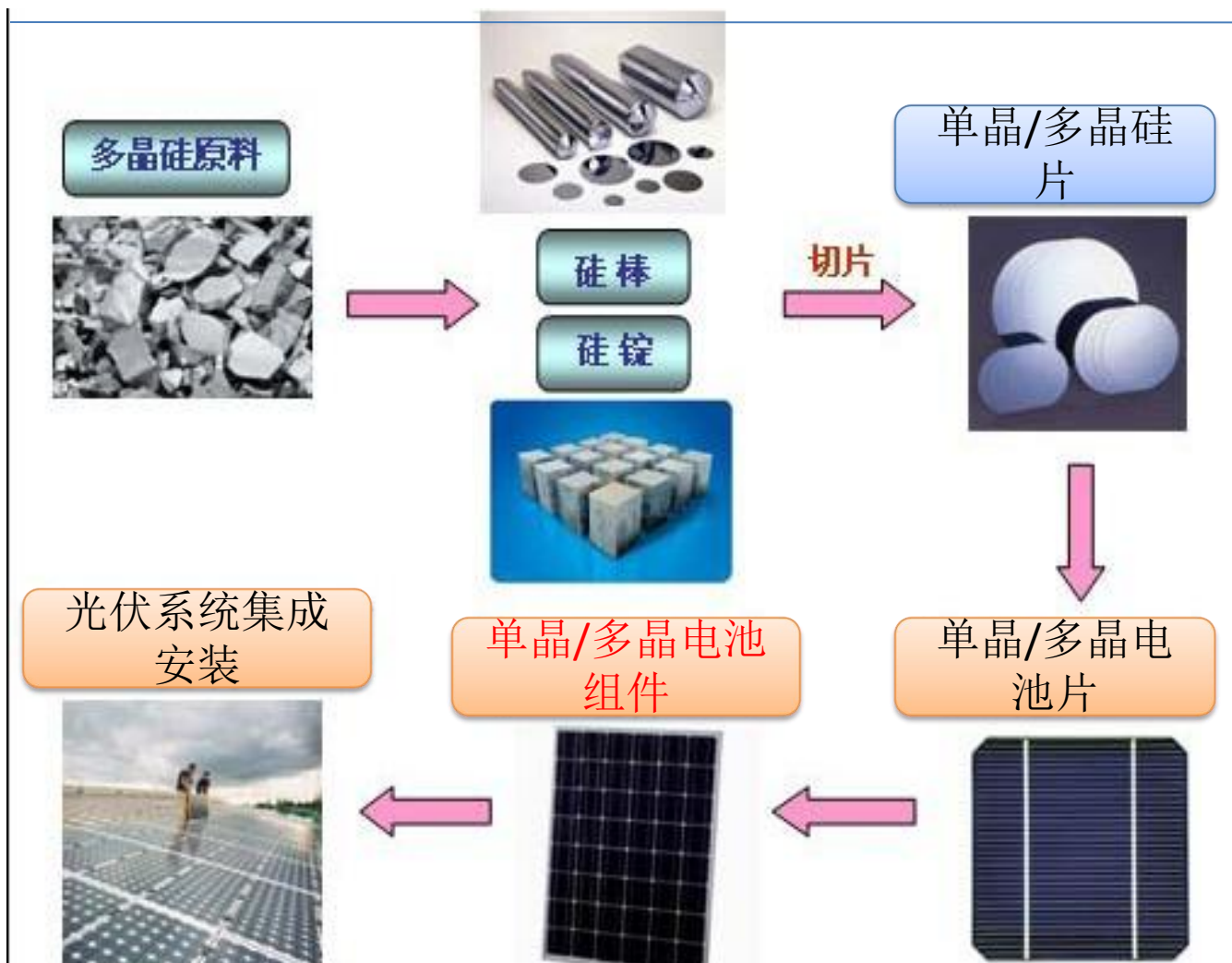
2、发展历史

光伏发电（也称太阳能发电），就是利用太阳电池直接将太阳光能转化为电能。早在100多年前，科学巨匠爱因斯坦就发现了光电效应，为人类利用太阳能提供了理论依据。1954年，美国贝尔实验室研究人员开发出光电转换效率为4.5%的单晶硅太阳电池，使人类直接利用太阳能发电的梦想成为现实。进入新世纪以来，美国、日本、德国等纷纷制定扶持政策和发展规划，光伏产业呈现出蓬勃发展的局面，成为全球各国尤其是发达国家关注和争夺的焦点。

3、光伏定义：

利用太阳能的最佳方式是光伏转换，就是利用光伏效应，使太阳光射到硅材料上产生电流直接发电。以硅材料的应用开发形成的产业链条称之为“光伏产业”，包括高纯多晶硅原材料生产、太阳能电池生产、太阳能电池组件生产、相关生产设备的制造等。

光伏产业链



光伏能源是一种可持续、无污染、总量大的绿色新能源，应当充分认识太阳能光伏发电的战略价值和重要意义，切实在国家能源经济和社会可持续发展的总体部署中予以统筹考虑，提升太阳能光伏产业在国民经济发展中的战略地位。通过实施工业转型升级和可再生能源等相关规划，统筹制订产业、财税、金融、人才等扶持政策，积极促进我国光伏产业健康发展。

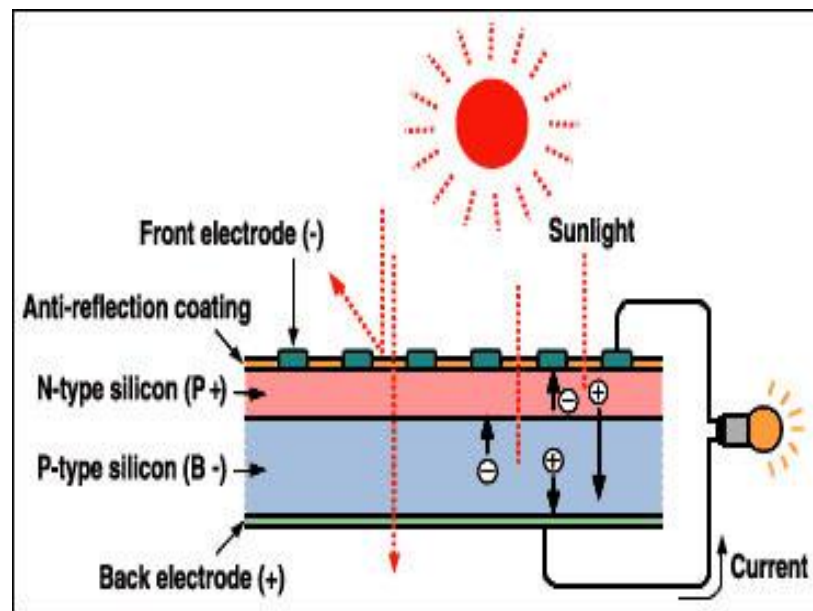
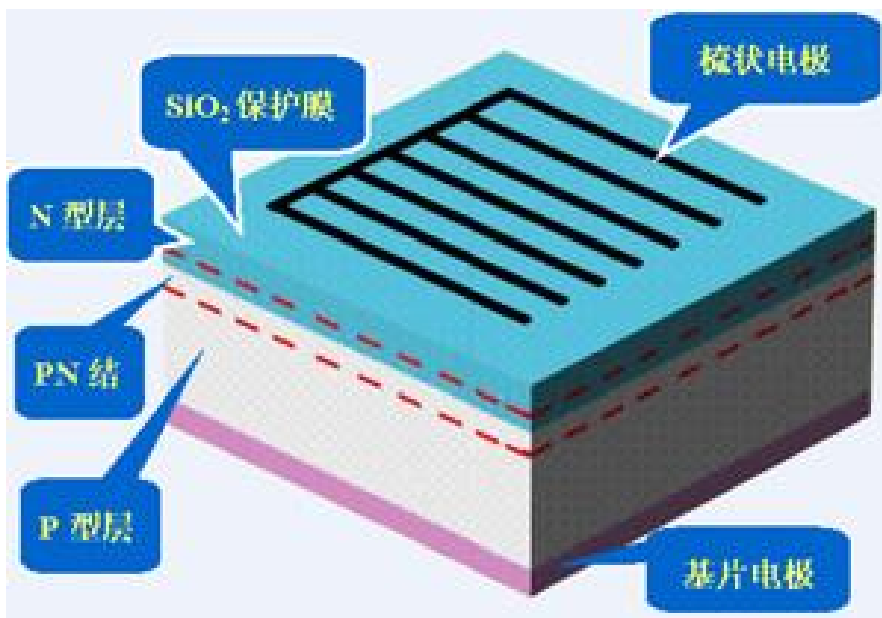
“十二五”期间，支持骨干企业做优做强，到2015年形成：1家年销售收入过千亿元的光伏企业，3-5家年销售收入过500亿元的光伏企业；3-4家年销售收入过10亿元的光伏专用设备企业。单晶硅电池的产业化转换效率达到21%，多晶硅电池达到19%，非晶硅薄膜电池达到12%，新型薄膜太阳能电池实现产业化。

到2015年，光伏组件成本下降到7000元/千瓦，光伏系统成本下降到1.3万元/千瓦，发电成本下降到0.8元/千瓦时，光伏发电具有一定经济竞争力；到2020年，光伏组件成本下降到5000元/千瓦，光伏系统成本下降到1万元/千瓦，发电成本下降到0.6元/千瓦时，在主要电力市场实现有效竞争。

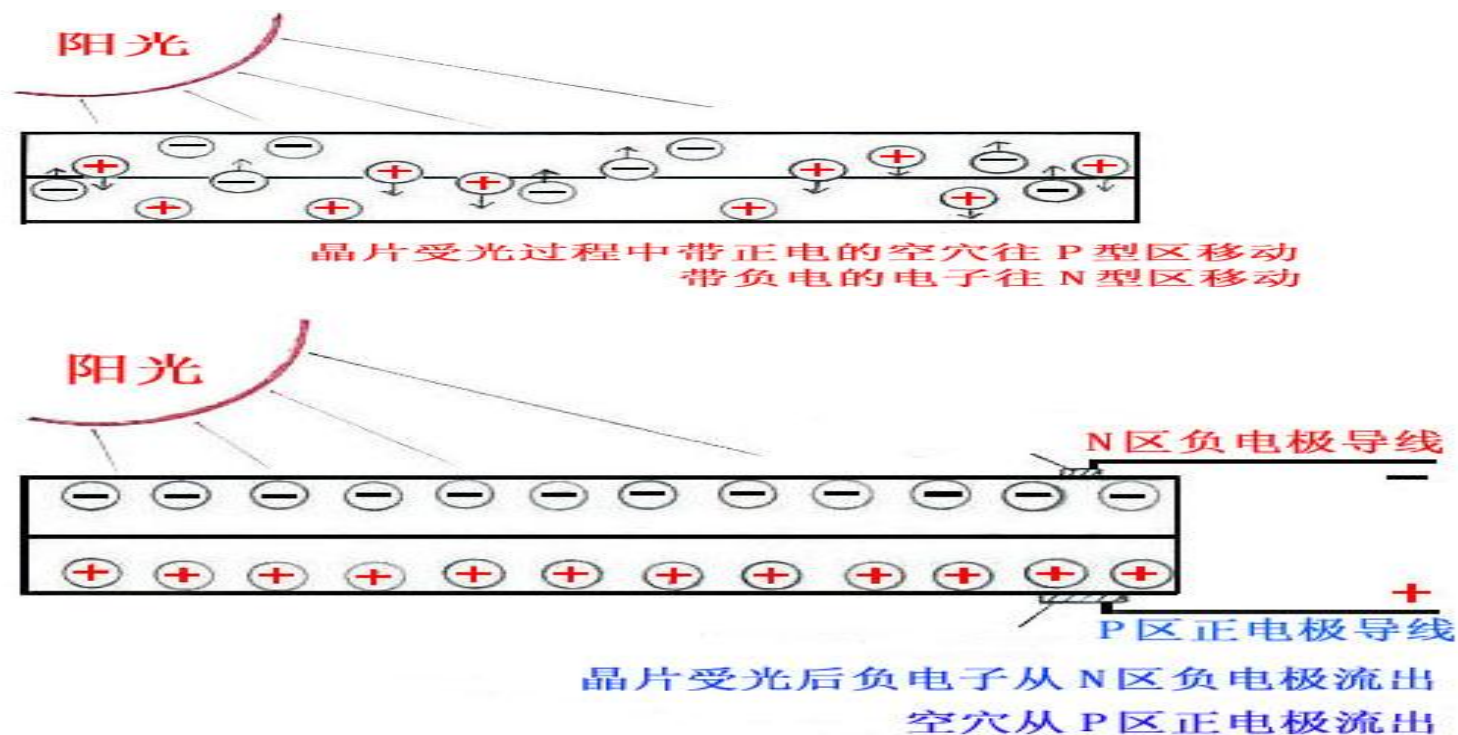
二、光伏发电原理

光伏发电原理：利用物理学“光生伏打效应”原理，直接将太阳能转化为电能。

当太阳光照射在电池表面时电池吸收光能，产生光生电子-空穴对。在电池内建电场作用下，光生电子和空穴被分离，电池两端分别出现正负电荷积累，即产生“光生电压”，若在内电场的两端引出电极并接上负载，则负载中就有“光生电流”通过，从而获得功率输出。这种太阳能发电技术也称为光伏发电。

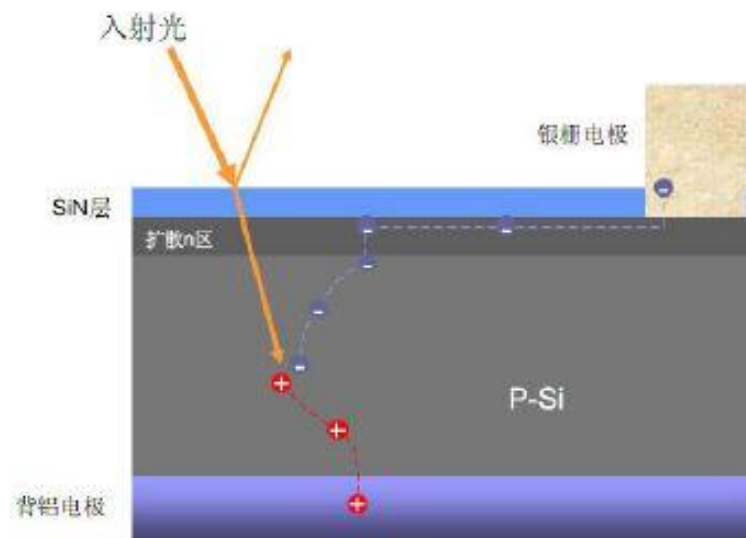
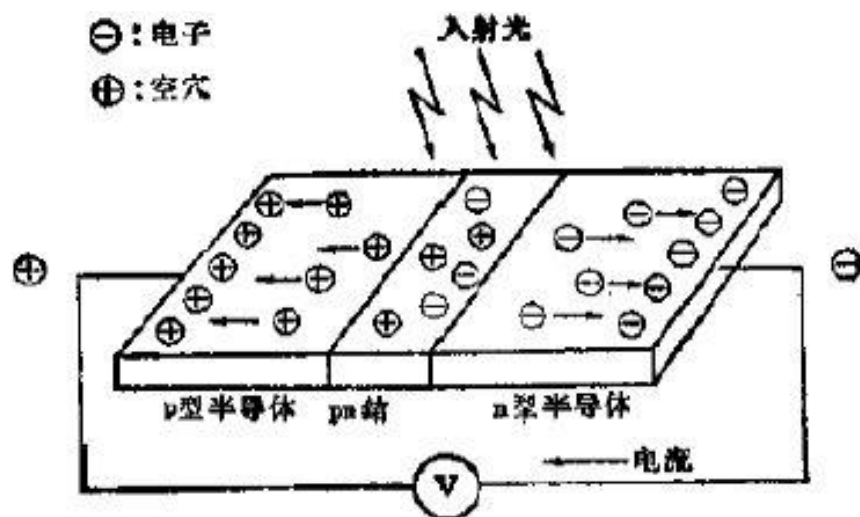


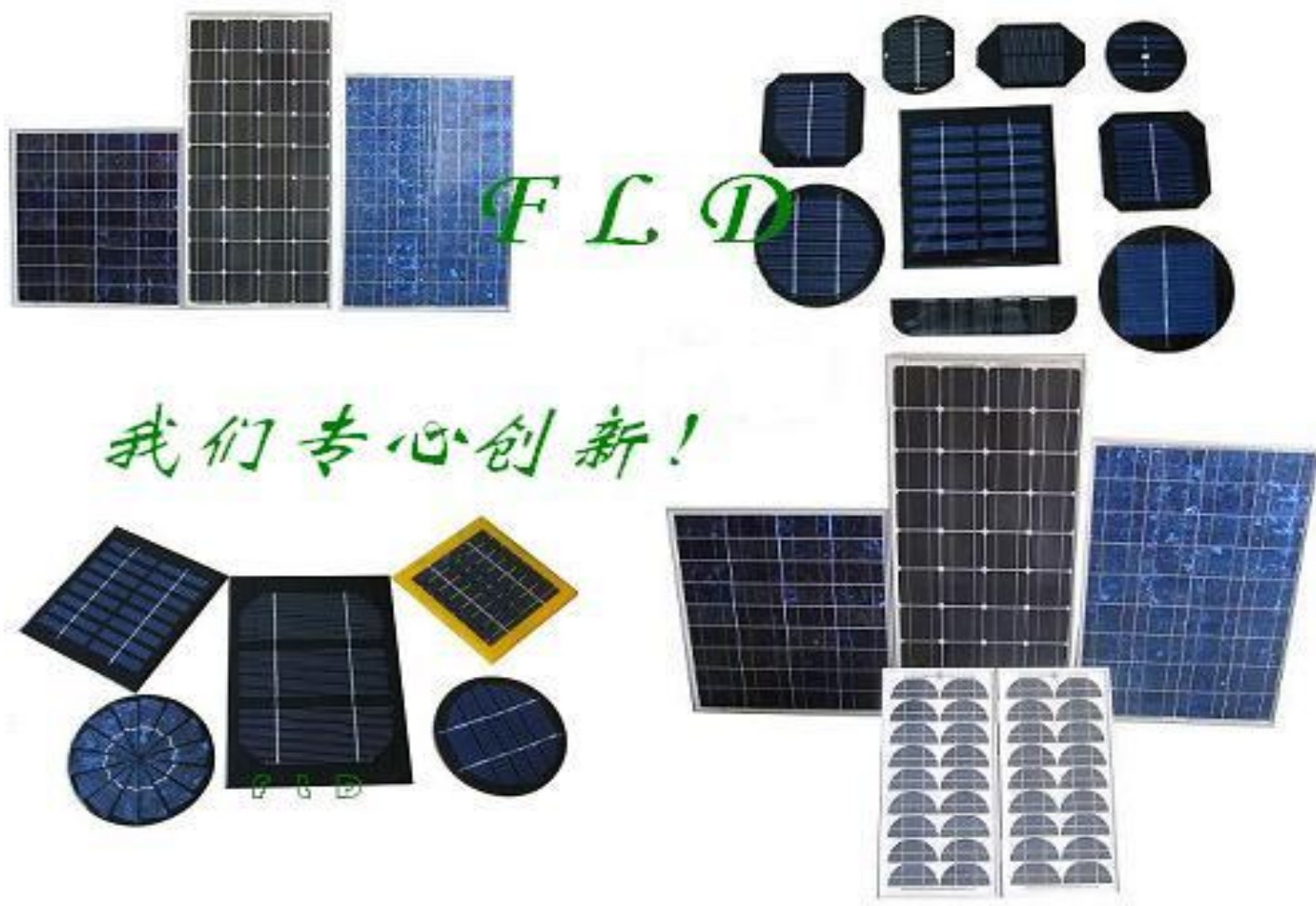
当晶片受光后，PN结中，N型半导体的空穴往P型区移动，而P型区中的电子往N型区移动，从而形成从N型区到P型区的电流。然后在PN结中形成电势差，这就形成了电源。(如下面的两个图所示)



太阳能是一种辐射能，它必须借助于能量转换器才能转换成为电能。这种把光能转换成电能的能量转换器，就是太阳能电池。

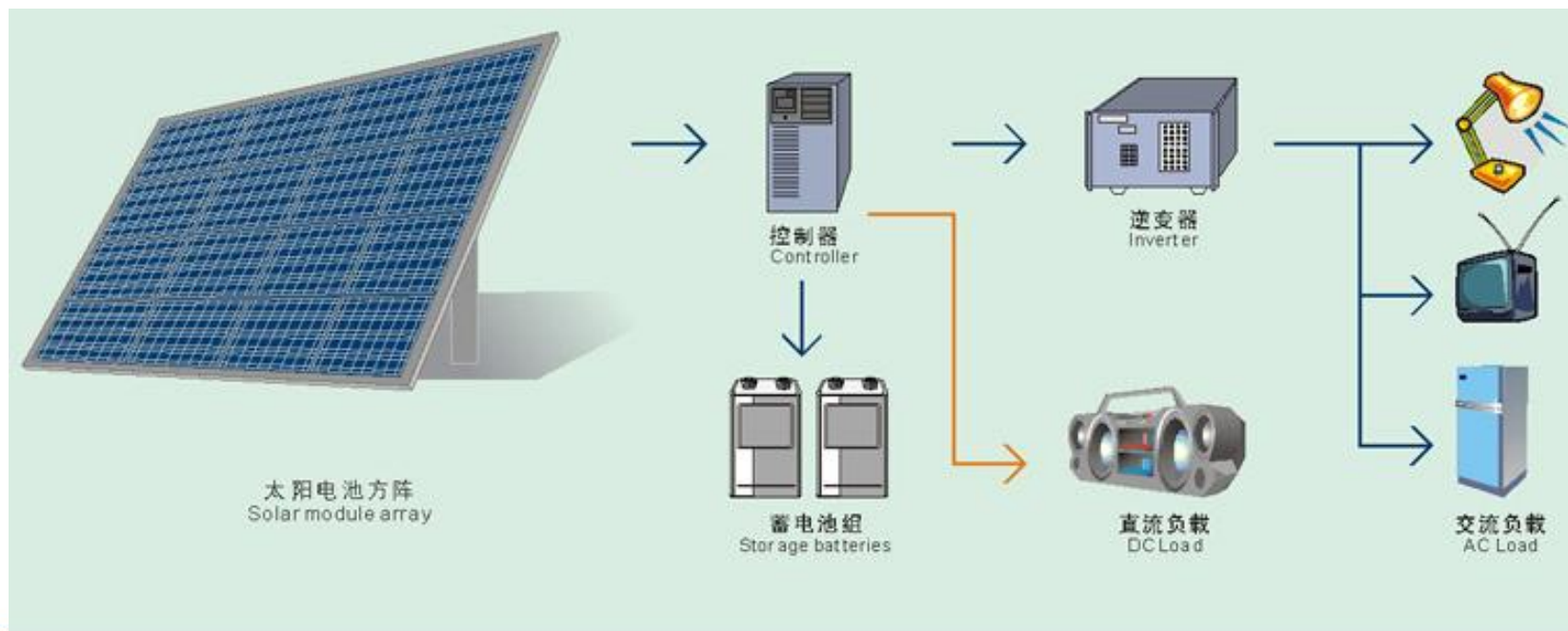
太阳能电池工作原理的基础是半导体PN结的光生伏打效应。所谓光生伏打效应就是当物体受到光照时，物体内的电荷分布状态发生变化而产生电动势和电流的一种效应。当太阳光或其他光照射半导体的PN结时，就会在PN结的两边出现电压，叫做光生电压。这种现象，就是著名的光生伏打效应。





三、光伏发电应用

理论上讲，光伏发电技术可以用于任何需要电源的场合，上至航天器，下至家用电源，大到兆瓦级电站，小到玩具，光伏电源可以无处不在。光伏发电产品主要用于三大方面：一是为无电场合提供电源，主要为广大无电地区居民生活生产提供电力，还有微波中继电源等，另外，还包括一些移动电源和备用电源；二是太阳能日用电子产品，如各类太阳能充电器、太阳能路灯和太阳能草地灯各种灯具等；三是并网发电，这在发达国家已经大面积推广实施。





光伏发电系统主要包含以下几大部分：

- 1) 太阳能组件：将太阳光转换为电能。
- 2) 控制器：对蓄电池的充、放电流进行控制，避免蓄电池的过充，过放。
- 3) 蓄电池：储存电量（并网发电时不需要）。
- 4) 逆变器：将直流电转换为交流电（直流负载时不需要）。
- 5) 负载：使用电力的设备。

光伏系统



并网电站



太阳能路灯



屋顶发电



BIPV

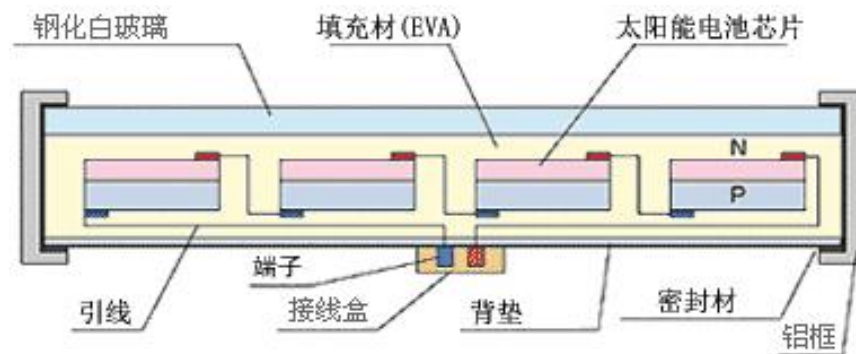
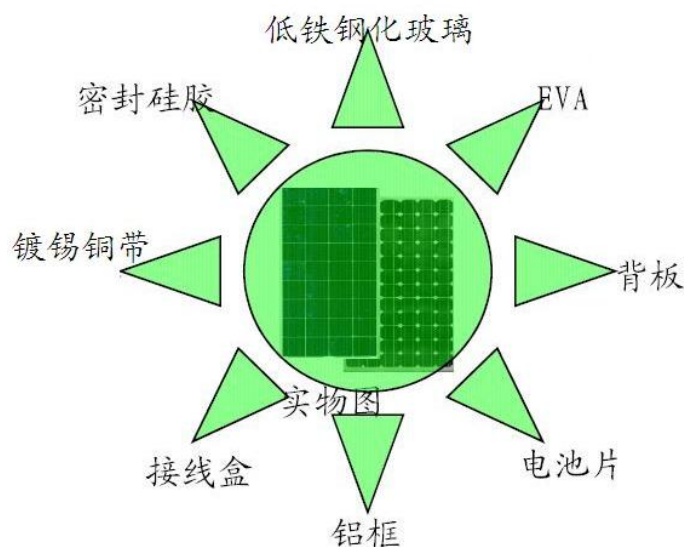
英国曼彻斯特保险合作协会的太阳能大楼



四、组件生产工艺

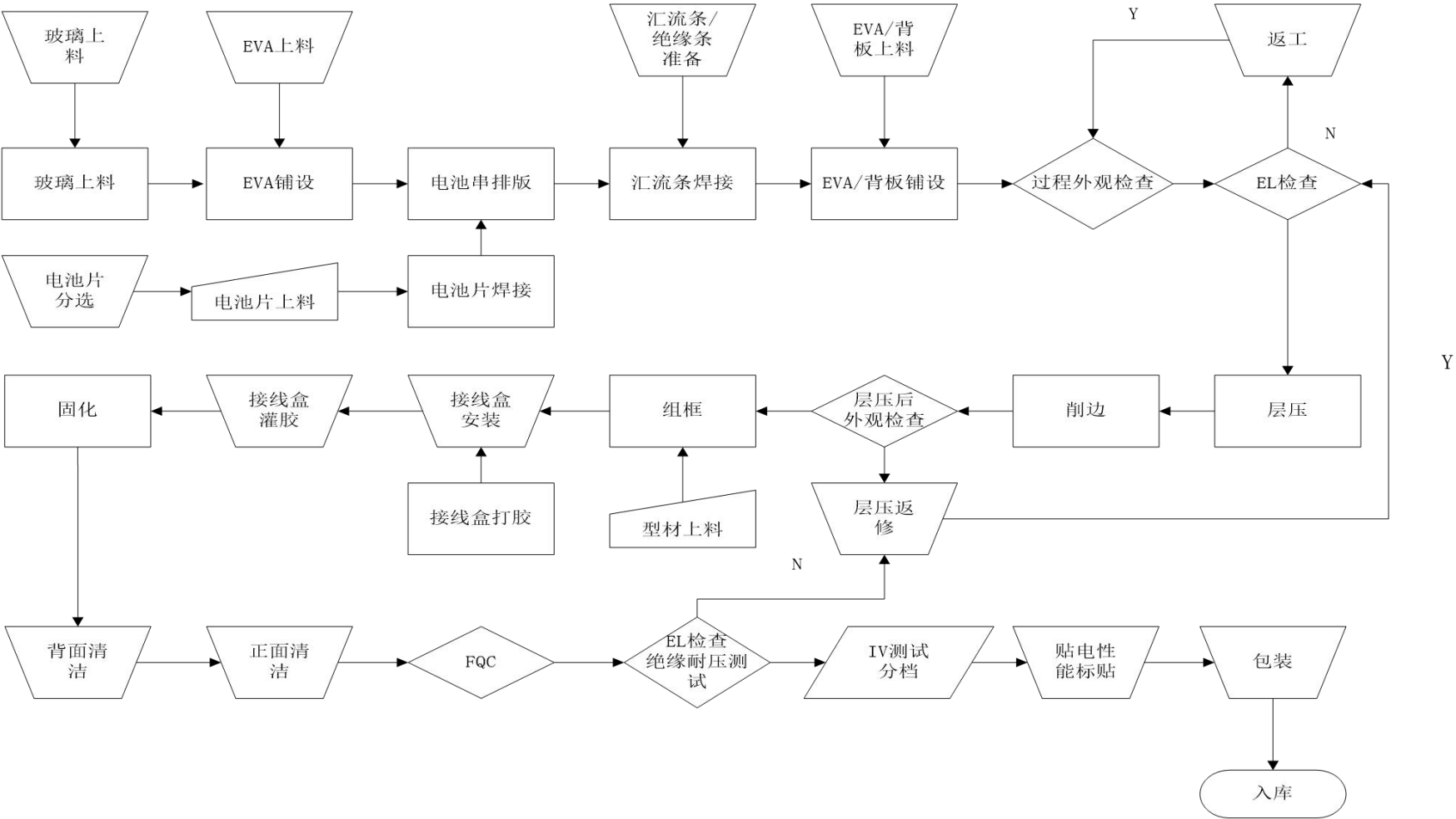
组件必须能够经受像灰尘、盐、沙子、风雨雪、冰雹、潮湿、湿气的冷凝和蒸发、大气污染、每日和季节温度的变化，以及长时间经受紫外光照射。

光伏发电的核心部件--电池片是180微米左右的薄片，很容易破损。如何保证其25年乃至更长的使用寿命，就依靠优秀的太阳电池组件封装工艺。



工艺流程图

东昇光伏科技有限公司工艺流程图



组件封装示例图



组件正面图



组件背面图

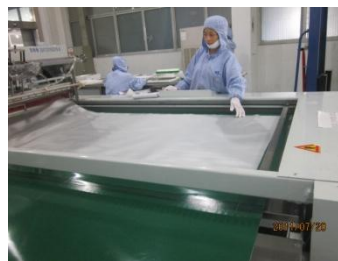
物料



电池片



涂锡带



EVA



背板



钢化玻璃



铝框



密封硅胶



接线盒

1、电池片



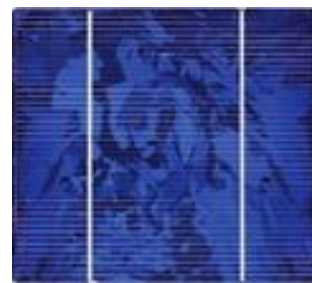
M125 D165



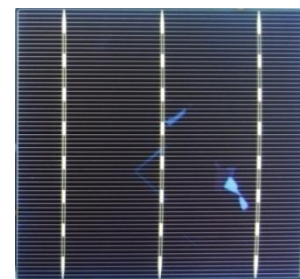
M125 D150



M156 D220



多晶电池片



类单晶电池片

单晶电池:

M125:

包含M125 D165/150 (2栅)、M156 D220 (2/3栅) 等规格:

M125 D165:单晶电池片, 边长125mm, 对角线165mm, 小倒角;

M125 D150:单晶电池片, 边长125mm, 对角线150mm, 大倒角;

M156 D220:单晶电池片, 边长156mm, 对角线220mm

多晶电池:

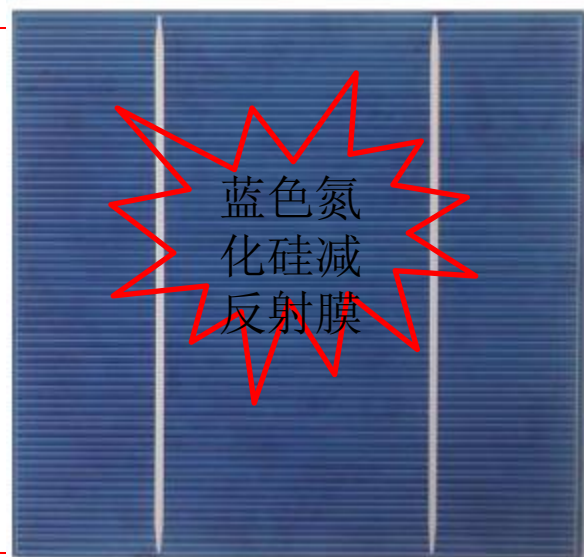
P156 D220:多晶电池片, 边长156mm, 对角线220mm, 无倒角。

类单晶电池:

L156 D220:类单晶电池片, 边长156mm, 对角线220mm, 无倒角。

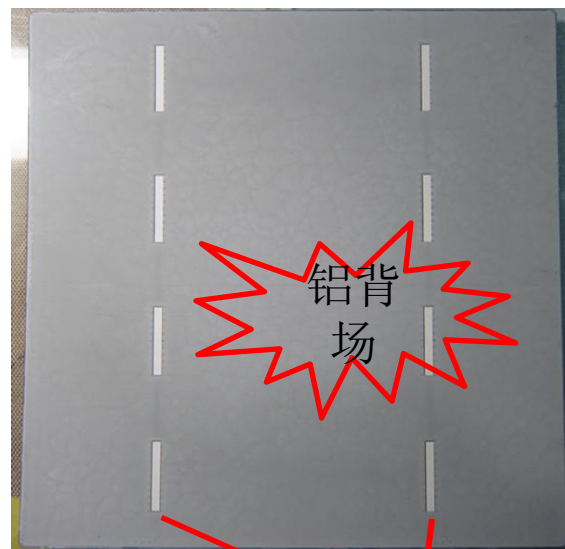
相较于传统单晶片具备更大发电面积, 能耗和成本却较低; 相较于传统多晶片具备更高的发电效率和更低的衰减。

细栅线



蓝色氮化硅
减反射膜

正面主栅线
(负极)

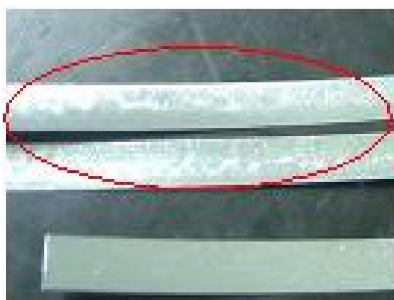


铝背场

背面主栅线
(正极)

★焊带

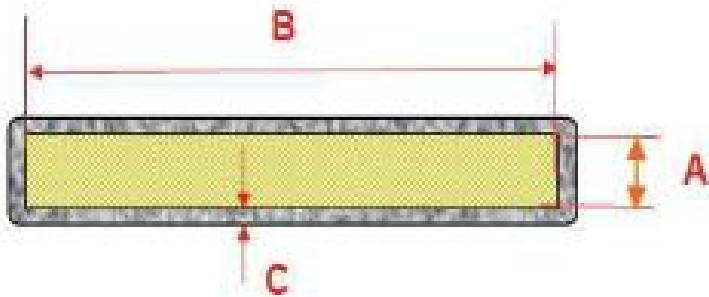
- ❖ 光伏组件焊接过程中的重要原材料，焊带质量的好坏将直接影响到光伏组件电流的收集效率，对光伏组件的功率影响很大。
- ❖ 常见的包装方式：轴式、盘式及定长。
- ❖ 常见缺陷：蛇形弯、表面颗粒、涂锡不均等。



涂锡铜带



截面图



 Core (Copper)

 Solder Plated

A Core Thickness

B Core Width

C Solder Thickness (per face)

1、涂锡层成分：60%Sn40%Pb

2、钎料：为实现两种材料（或零件）结合，在其间隙内或间隙旁所加的填充物。我们把温度低于450°C的焊接称为软钎焊，所用的焊料为软钎料，如锡基、铅基、锌基就属于软钎料。软钎料熔点低于母材熔点，焊接到钎料熔化可以润湿母材。

3、含锡60%、铅40%的铅锡合金具有最低的共熔点183°C。

4、Sn能与大多数金属反应，形成金属间化合物，但是表面张力大，增加Pb能减小表面张力和粘性，改善润湿性。

EVA

- ❖ 常用的EVA胶膜种类：

- 1) 快速固化EVA 2) 慢速固化EVA

- ❖ 特性：在常温下无粘性，便于裁剪操作。使用时，发生热交联固化，产生永久性的粘合密封，可经受各种气候环境和恶劣条件下使用。

- ❖ 常见缺陷：破损、污渍、杂物等。



生产工艺流程（简介）

原料搅拌：将乙烯-乙酸乙烯共聚物与助剂（硅烷偶联剂、抗氧化剂、热稳定剂、光稳定剂、过氧化物交联剂等等）

挤出成型：将搅拌均匀后的原料通过挤出设备形成挤压EVA片材。

涂覆助剂：在具有网格花纹的辊筒的挤压下，涂覆混合均匀的助剂。

后处理：将表面涂覆有助剂的EVA片材经烘干设备烘干后即得到EVA胶膜，再绕卷封装。

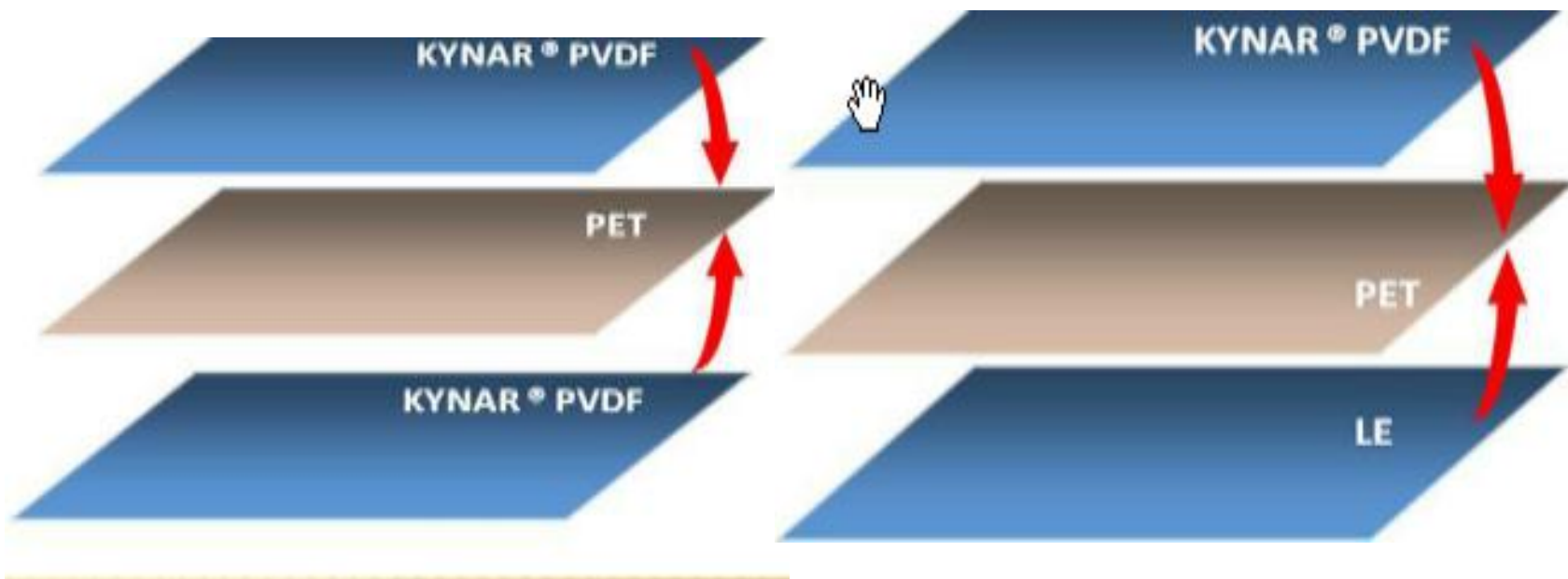
使EVA和玻璃结合产生化学键后，持久结合在一起，并且EVA以自身优良的透光性能改善玻璃的透光率，起到增透的作用。

加热到一定温度时，交联剂分解产生自由基，引发EVA分子间的结合，形成三维网状结构。

- ❖ 特性：能很好的与空气隔绝；极好的抗氧化和抗潮湿性；能长期防止粘合剂的水解；具有良好的电绝缘性能；和EVA的完美结合。
- ❖ 常见缺陷：破损、污渍、折痕、穿孔等。



背材



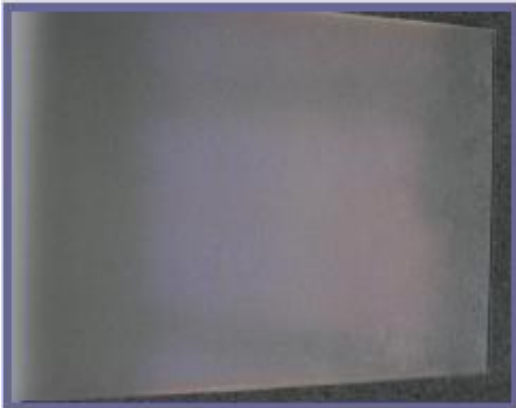
TPT：双面含氟

外层PVDF具有良好的抗环境侵蚀能力，中间层具有良好的绝缘性能，内层和EVA具有良好的粘接性能

TPE：单面含氟

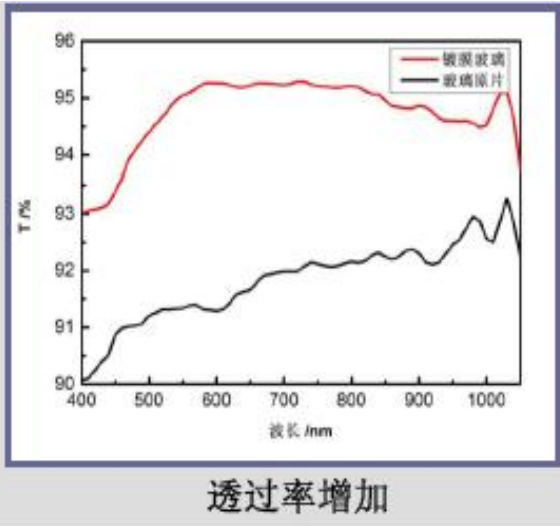
镀膜玻璃

AR玻璃



更多太阳光透过

提高组件输出功率 $\geq 3.5\%$



镀膜前后 组件功率 对比	未镀膜 组 件功率	镀膜 组件功率	增加功率
	190.3135 W	196.9938 W	6.6803 W
		197.3042 W	6.9907 W

铝框

阳极氧化：电解水，析出氧气后与阳极铝框形成致密氧化膜（耐磨、抗腐蚀、良好的电绝缘及高的热绝缘）

作用：1、保护玻璃边缘；

2、铝框结合硅胶加强了组件的密封性能；

3、大大提高了组件整体的机械强度（机械载荷）；

4、便于组件的运输和安装。



铝材切
割

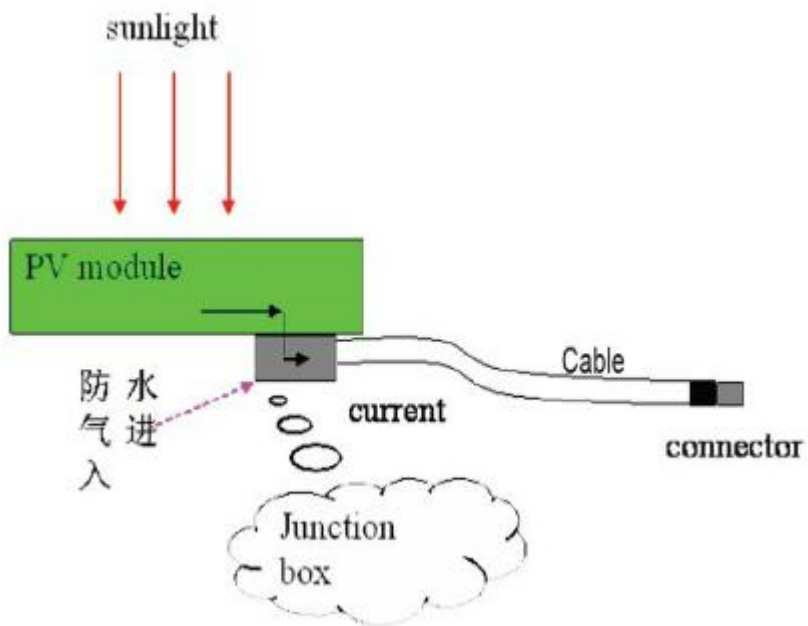


实铆



铝材堆
放

接线盒



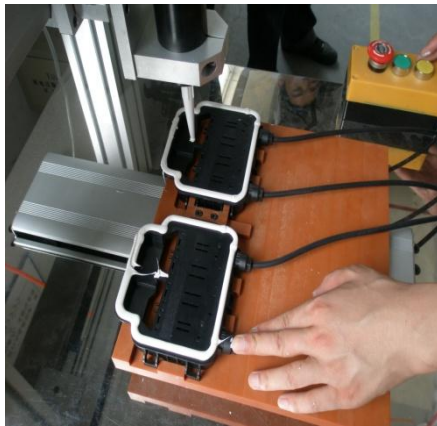
将组件引出线与接线盒内部电路连接，接线盒内部线路再与外部线路连接，并且具有防尘防水的作用。



密封硅胶

密封硅胶-以聚二甲基硅氧烷为基础原料的膏状物。

作用：1、将钢化玻璃与铝框有机结合在一起，并起到密封绝缘作用；
2、可有效防潮、防晒、防紫外线、耐化学腐蚀及各种恶劣气候。



接线盒底部硅胶

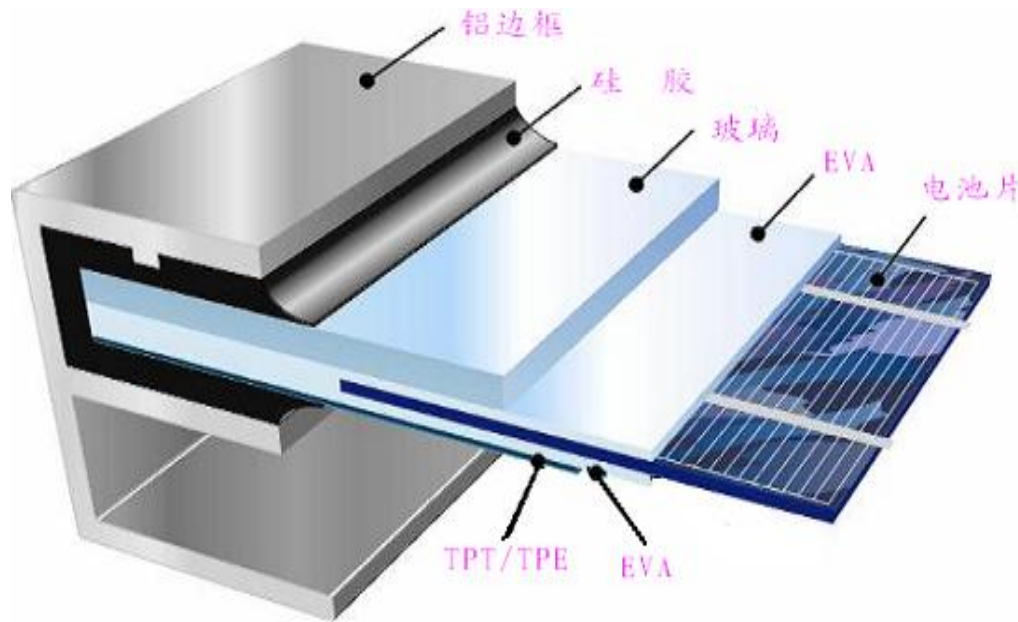


接线盒内部灌密封胶

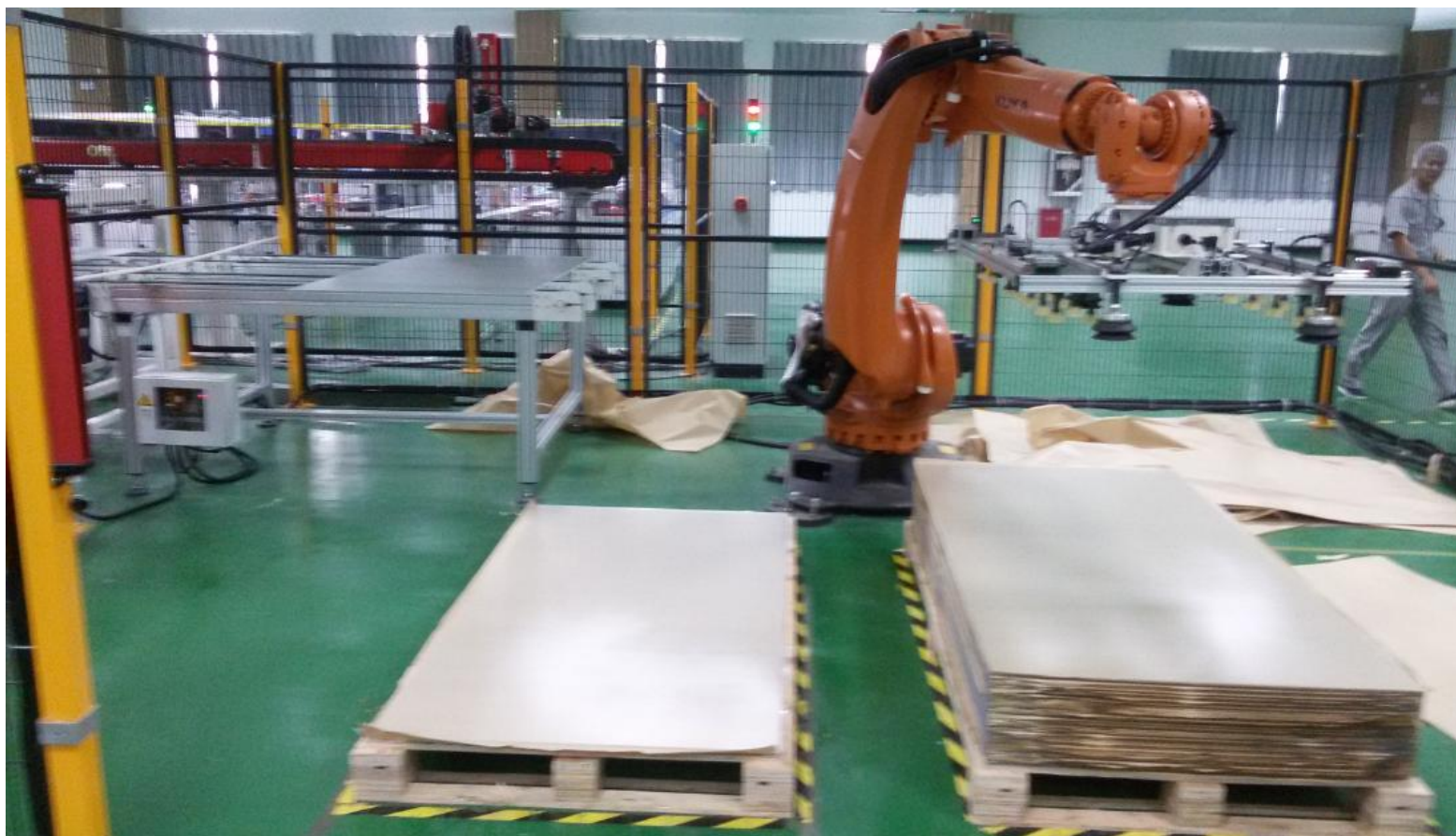
边框密封胶

❖ 太阳能电池组件

通过特殊工艺，将太阳电池片、正面盖板、背板封装成一个整体，从而构成一个实用的太阳能发电器件，我们称其为组件或太阳能电池组件。它的功能是将**光能转换为电能**。



玻璃上料



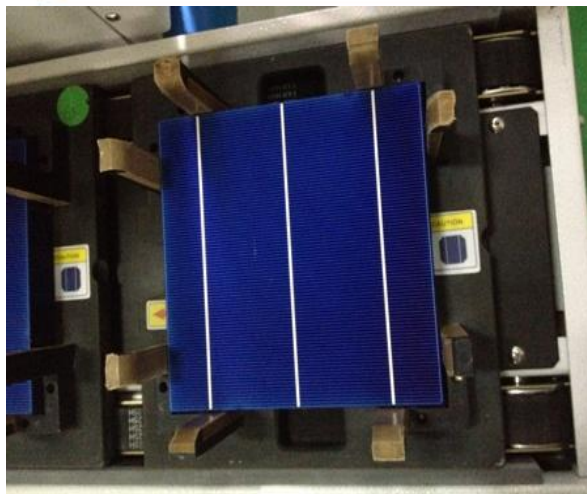
人工将开箱好的玻璃放入规定位置，机器人自动上料；

EVA铺设

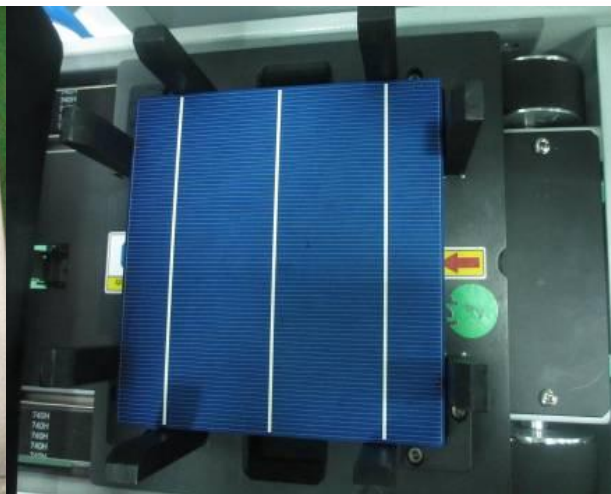


EVA人工上至裁切机上，自动裁切机自动裁切和铺设EVA；

电池片焊接



电池片上料



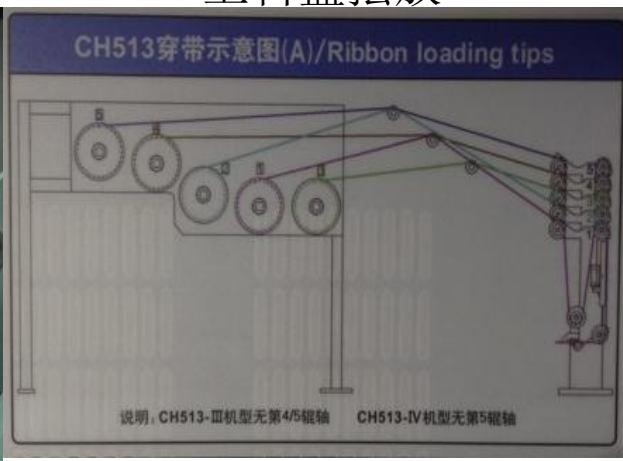
上料盒摆放



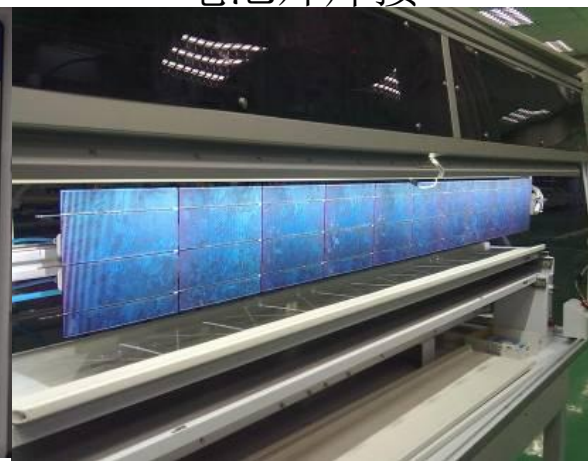
电池片焊接



助焊剂添加

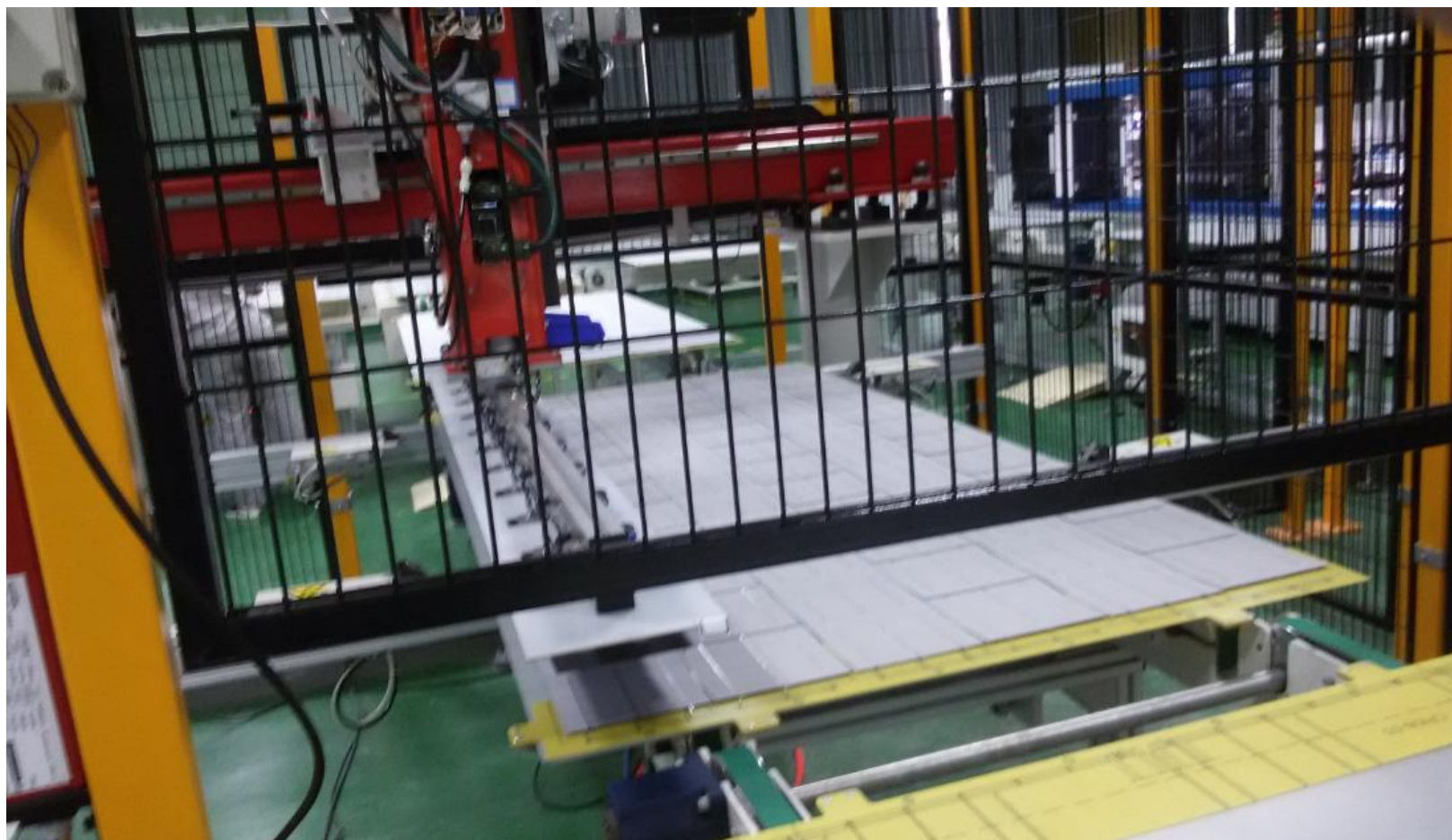


焊带上料



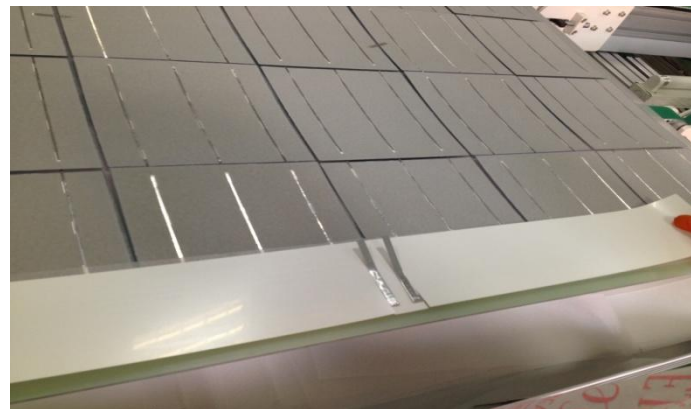
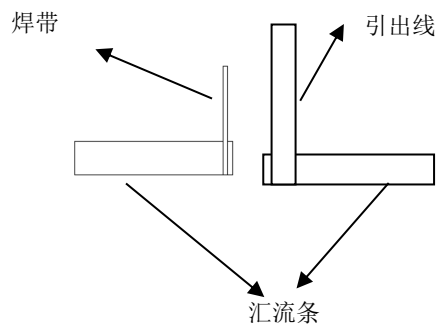
电池串检查

电池片排片



焊接机自动焊接完成后，排片机自动按要求将电池串摆放到玻璃上；

汇流条焊接



引出线焊接

绝缘条固定



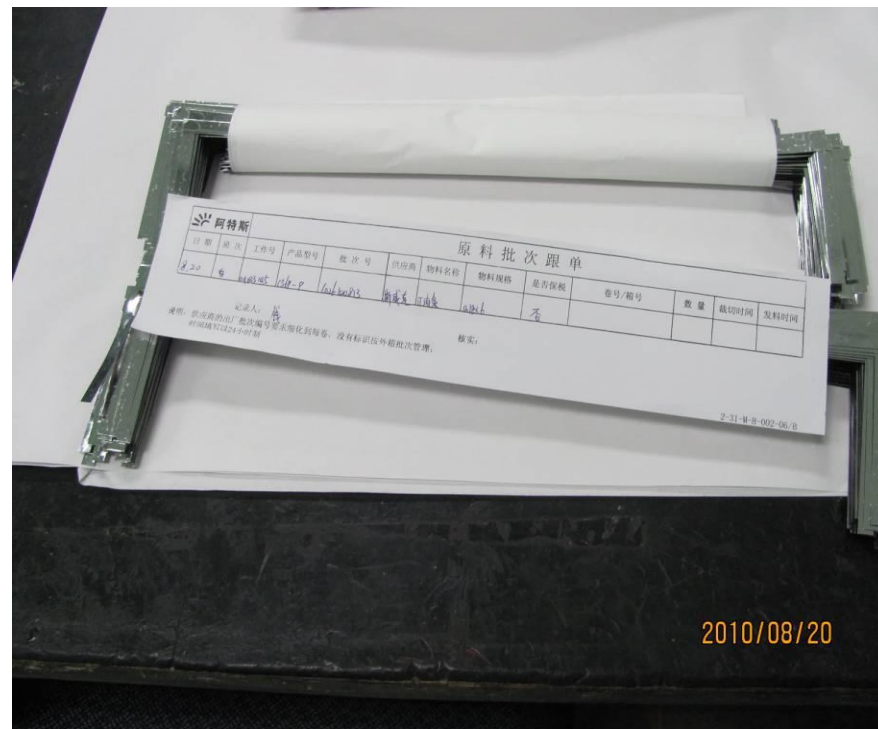
贴组件内条码

铺设背板

贴背板条码

★汇流条焊接图片

★汇流条焊直角



★层压准备过程中常见问题

❖ 操作不当：

- 电烙铁温度监控不当，容易造成汇流条虚焊。
- 取放不规范，造成电池片破损、脏污等。
- 尺寸控制不严格，排版不齐，造成组件不良或返工。
- 自检不到位，组件内有毛发、杂物、正负极焊反等。
- 待层压组件放置不规范，造成电池片移位。

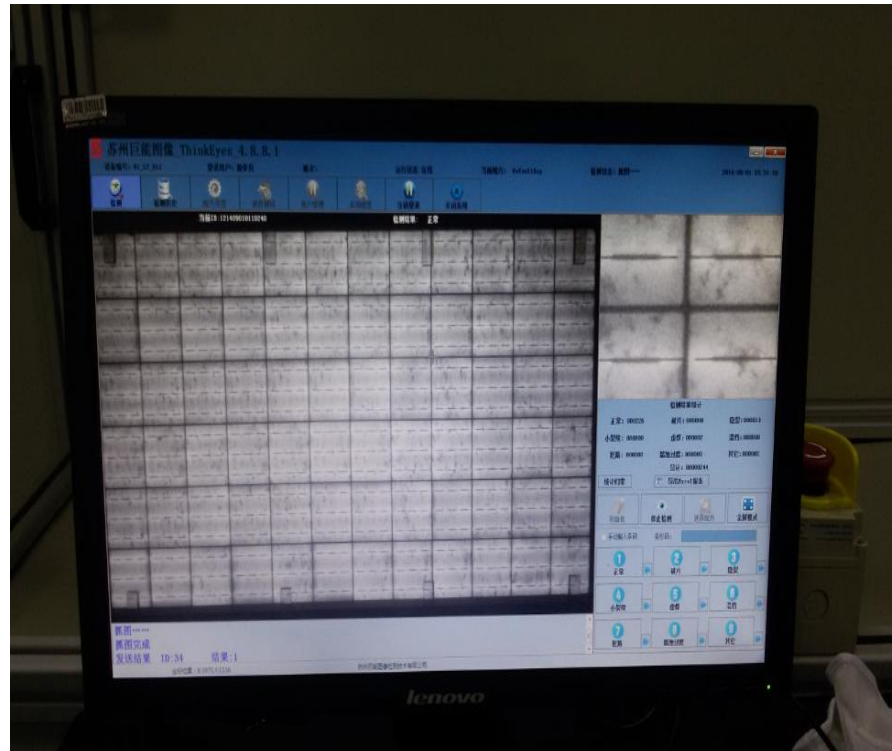
❖ 防护措施不当：

- 未戴手套、手套破损或没有及时更换手套，汗渍、指纹印在电池片上，无法祛除

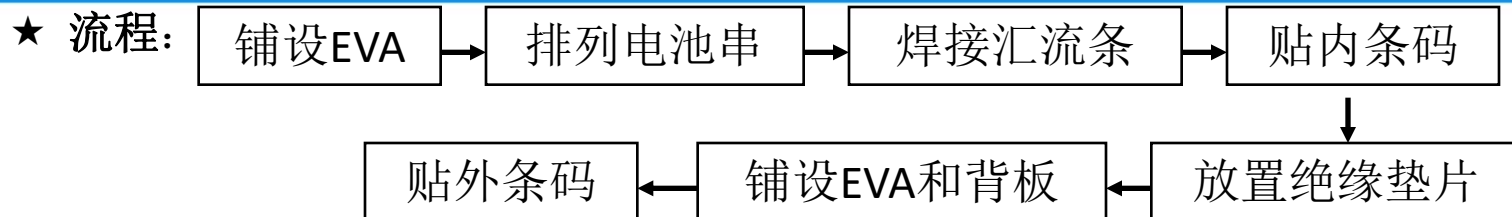
外观及EL检查



外观检查



EL检查



★ 主要工作：将串焊好的电池片联同封装材料一起层叠起来

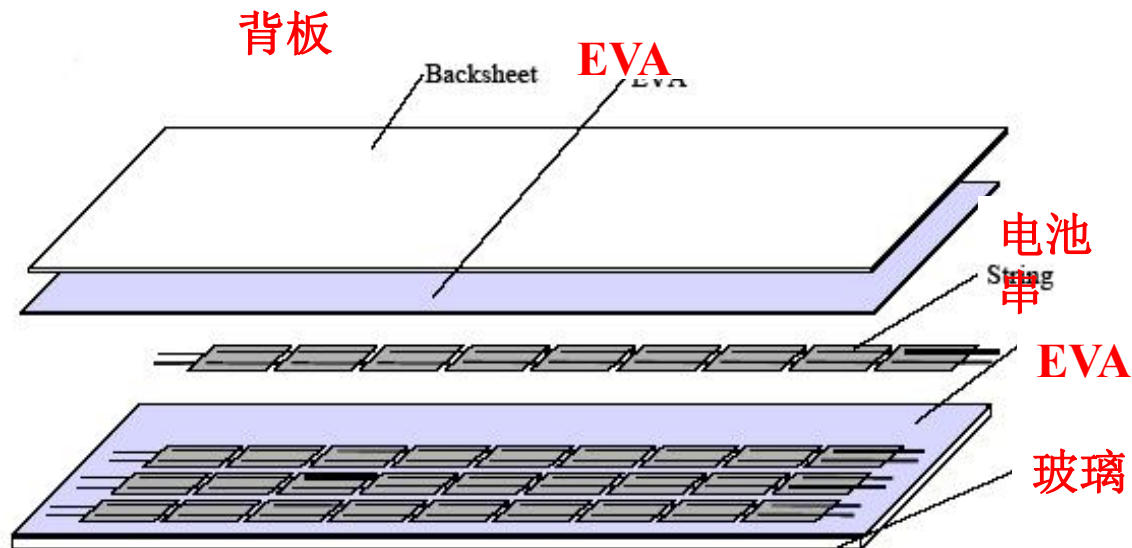
★ 相关文件：《组件层压准备作业指导书》、《手指套配戴规范》、《标准组件胶带粘贴作业指导书》及相关表单等

- ☞ 注意事项：
- 1) 检验玻璃、EVA和背板，有缺陷的严禁使用；
 - 2) 作业时，要按照要求带好手指套；
 - 3) 取放电池串时动作一致；
 - 4) 注意区分F406及F806EVA, F406边上带锯齿状，仅放置与玻璃接触面，且不能用做小料；
 - 5) 焊接下手汇流条时，从外侧向内依次焊接交汇点。

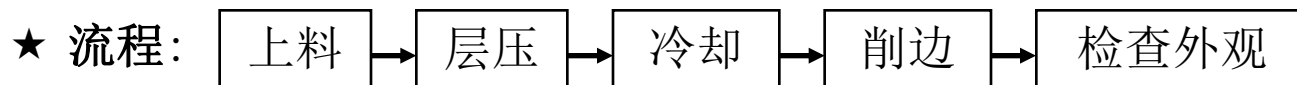
☞ 参数要求：1) 烙铁温度： $390 \pm 15^{\circ}\text{C}$ ；

★ 操作步骤:

- ❖ 放置玻璃, 毛面朝上
- ❖ 放置EVA (若使用到F406 EVA, F406仅放置到与玻璃接触面)
- ❖ 排电池串, 焊接汇流条 (电池片的蓝面朝玻璃面)
- ❖ 贴内条码 (条形码贴在汇流条上)
- ❖ 放置绝缘条 (EPE做绝缘条时靠近玻璃侧需要垫EVA条)
- ❖ 自下向上依次放置EVA、背板(背板E的那一面朝电池片面)
- ❖ 贴外条码 (和引出线的开口在同一水平线上)



层压



★ 主要工作：安全操作层压机，层压组件

★ 相关文件：《层压机操作指导书》、《层压工艺参数》
及相关表单

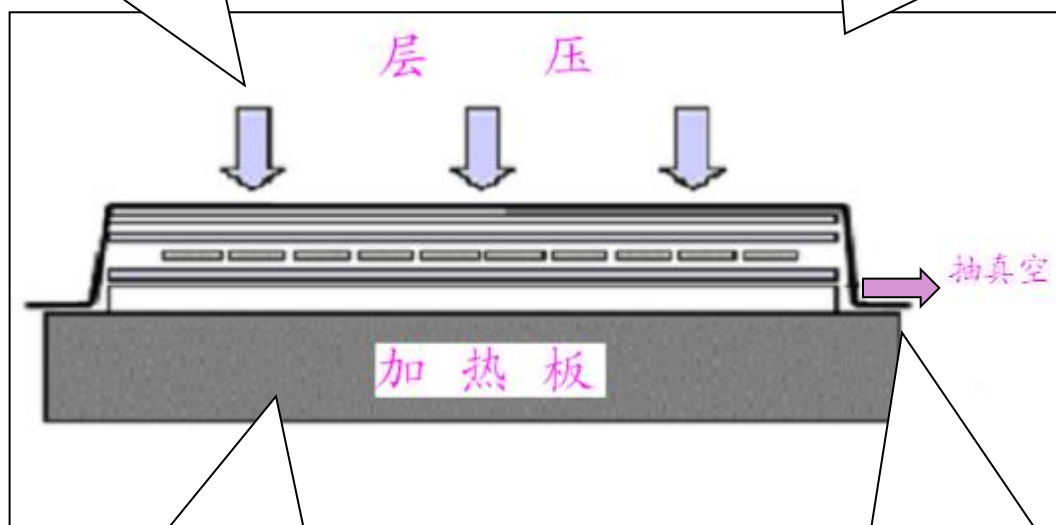
☞ 注意事项：

- 1) 使用削边刀注意人身安全（削边时需戴防割手套）
- 2) 用于铺设的漆布，要卷起放置，不能折叠放置；
- 3) 层压机参数调整必须有工艺或设备人员的签字确认；
- 4) 层压件搬运时必须使用防弯曲工装；

层压机工作步骤

3、下室继续抽真空的同时，上室充气，开始层压；受热变成熔融状态的EVA流动充满电池片、玻璃、背板之间的间隙，同时排除中间的气泡

4、层压好后，下室充气，上室抽真空，打开上盖，组件自动流出在层压机C级工位吹风降温；接着可进行下一件的层压封装。



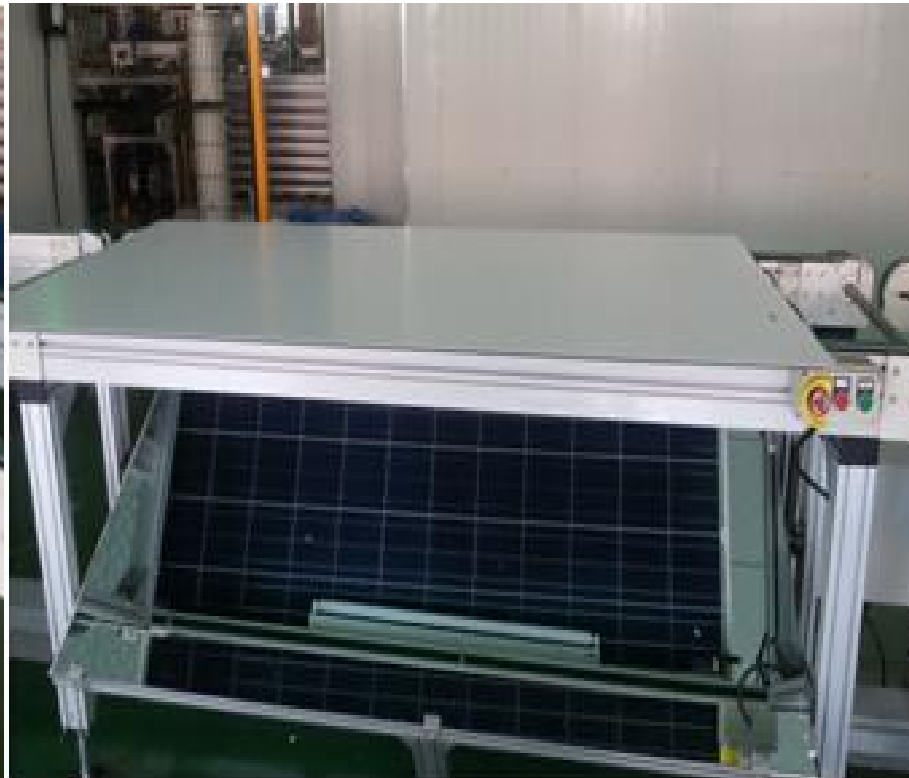
1、设定好层压参数，待加热板温度达到指定温度后，将层叠好的组件进入层压机，并合盖

2、合盖后，上、下室抽真空，将EVA、电池片、玻璃、背板之间的空气排除

削边和外观检查

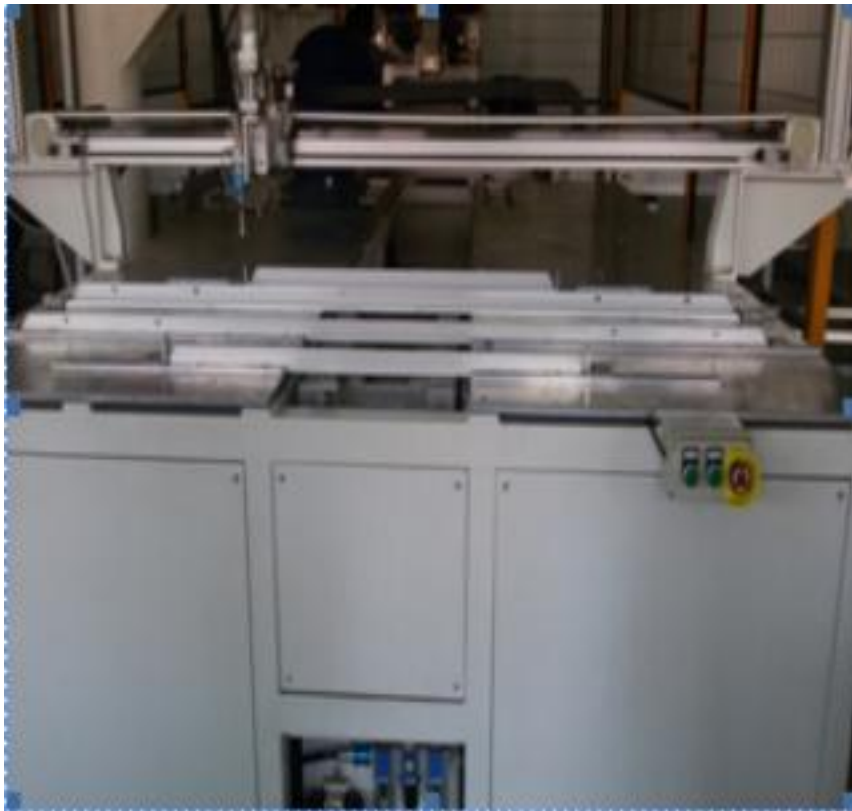


削边



外观检查

装框



型材上料



型材打胶

装框

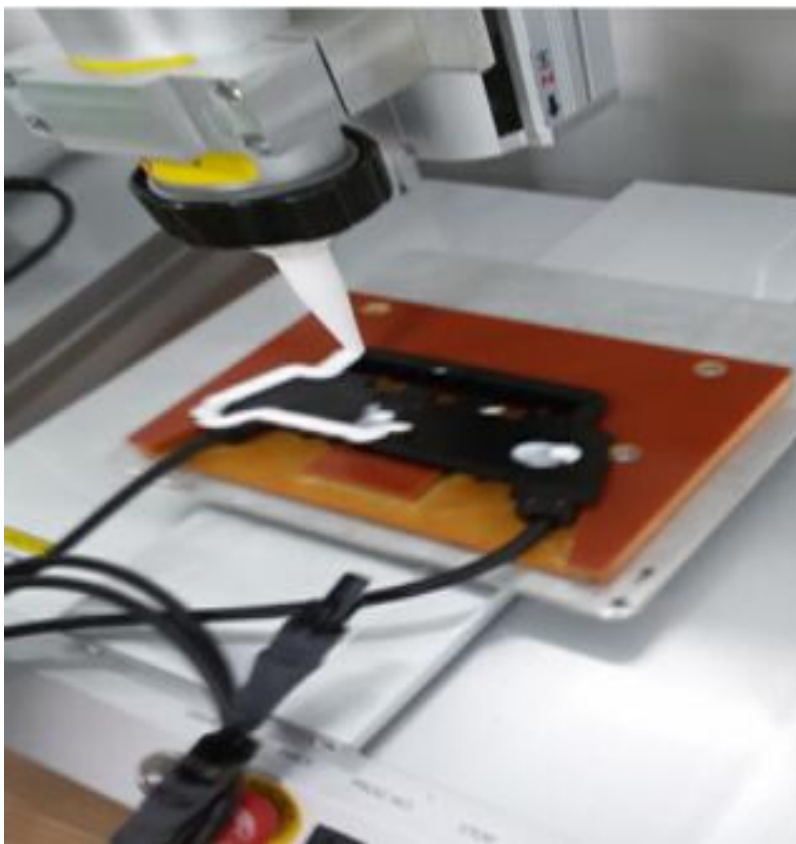


型材摆放



组框

接线盒安装



接线盒打胶



接线盒粘贴

接线盒安装



引出线焊接



接线盒灌胶

清洗

保证电池组表面以及框架干净无污渍。



揭开铝框PE保护膜



刮角



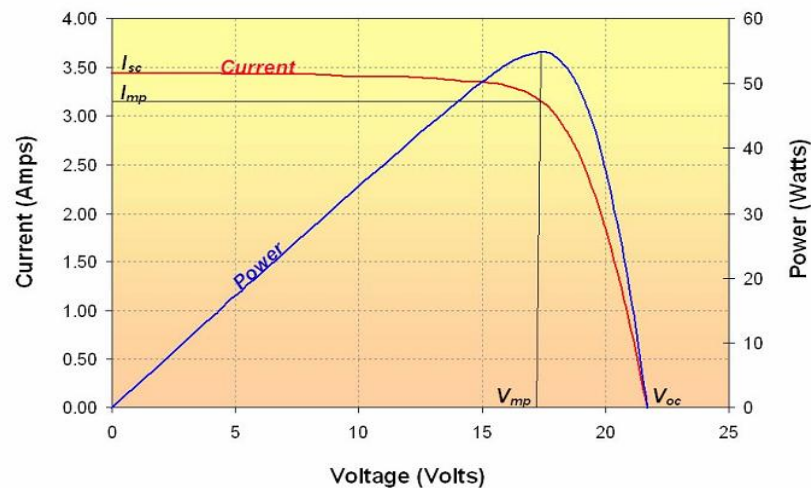
清洗组件正面

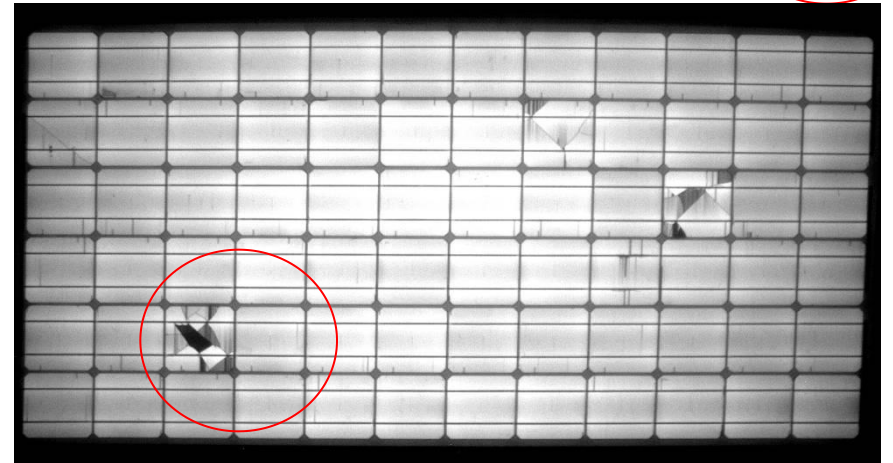
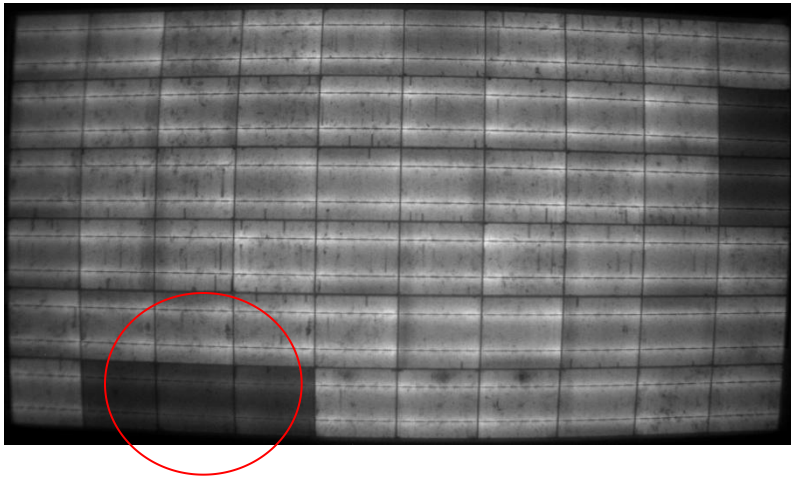
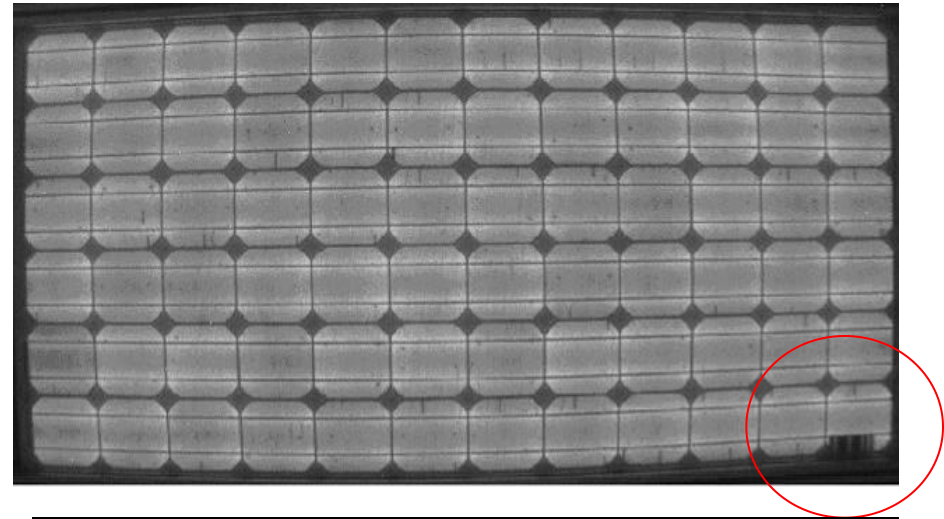
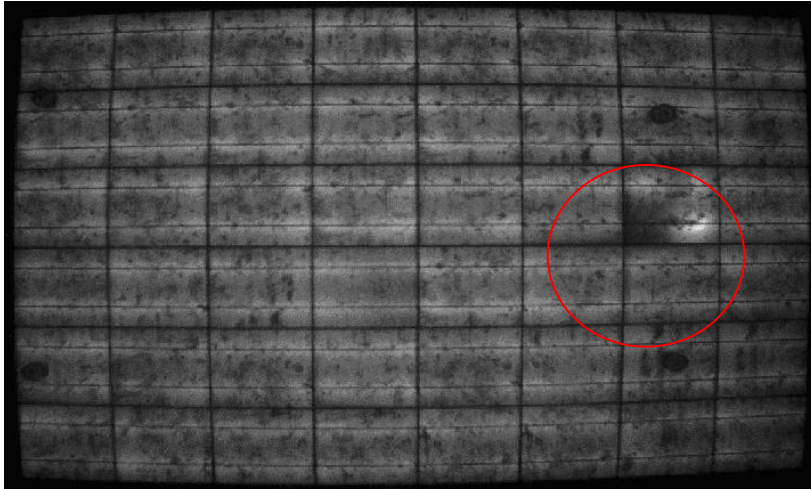
电性能测试

- ❖ 在规定光源的光谱、标准光强以及一定的电池温度(25 °C)条件下,对太阳能电池的开路电压、短路电流、最大输出功率、伏安特性曲线等进行测量;



组件的光伏输出特性



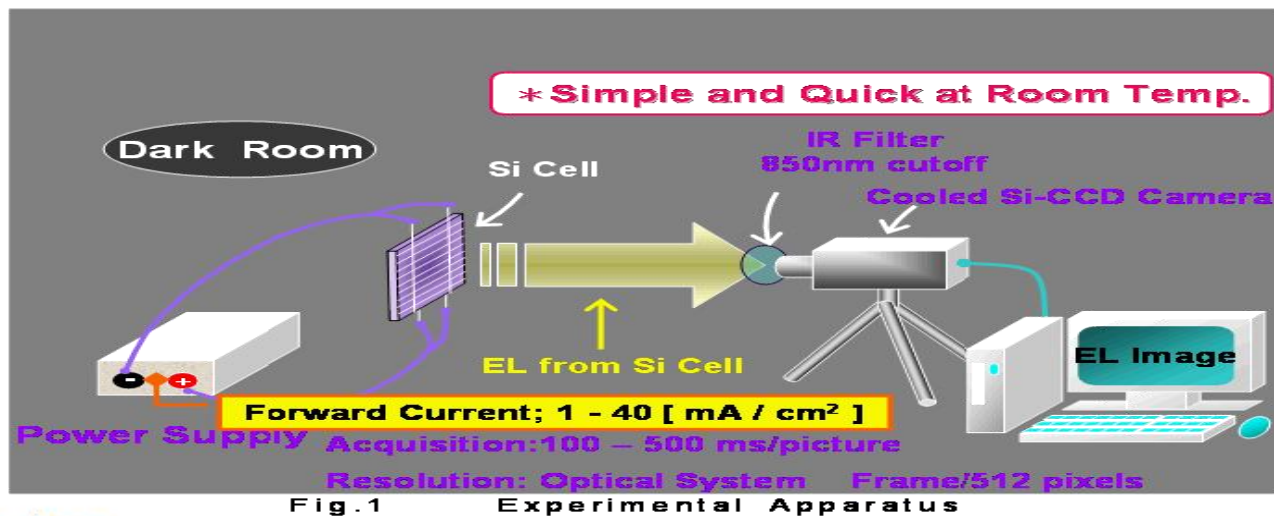


EL测试

具有结型结构的半导体器件在电场作用下发生载流子注入时会产生发光现象, 其波长公式为:

$$\text{波长} = 1.24 / \text{带隙} \times 1000 (\text{nm})$$

硅的带隙约为1.15eV, 根据该公式可以得出, 晶体硅太阳电池的电致发光波长大约为1000~1100nm. EL测试仪使用CCD相机捕捉波长小于1200nm的近红外光成像.



包装



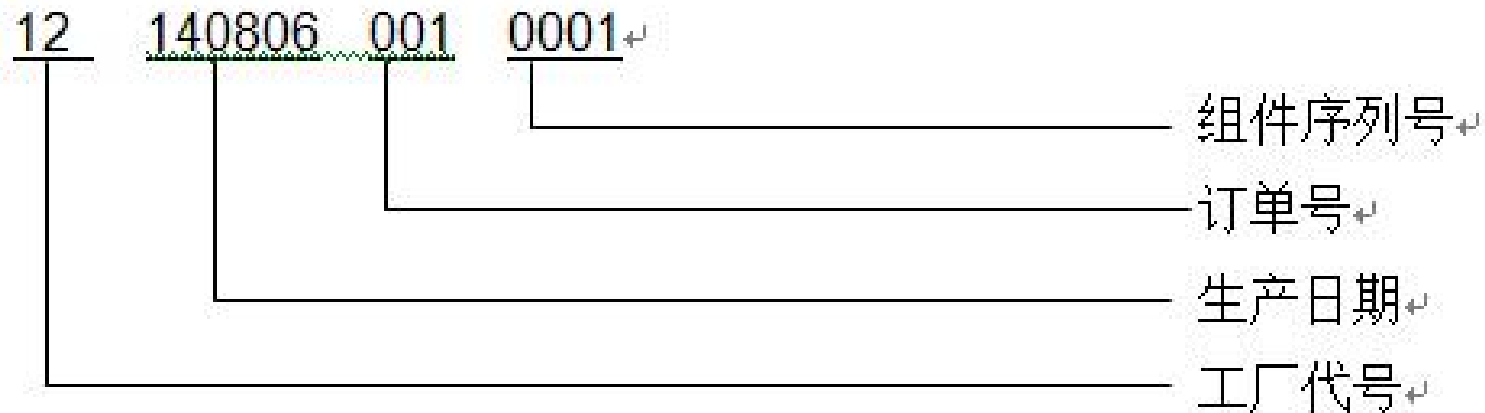
★ 包装过程中常见问题

- 操作不当：
 - 划伤铝型材，造成组件不良或返工；
 - 贴错商标，造成组件标称功率与实际功率不符；
 - 漏贴接地标示，漏盖日期章；
 - 不同组件混装；

组件命名规则

	P	6	/	72	305	1
类别	组件性质	电池片尺寸	分隔符号	电池片数量	最大输出功率	接线盒型号
解释	P多晶 M单晶 C准单晶	6: 6英寸 5: 5英寸		72:72片 60:60片	305:305瓦	1: 福莱德CF1108-3 2: 贝尔特0910-12 3: 贝尔特1201-a

组件条形码命名规则



第 1-2 位： 工厂代号，东昇句容工厂代号 12；

第 3-8 位： 制造时间，格式为年月日，共 6 位，各 2 位数；

第 9-1 位： 为订单号；

第 12-15 位： 组件序列号，共 4 位，每位由 0-9 中任一位组成。

THANK YOU



Esrisesolar

