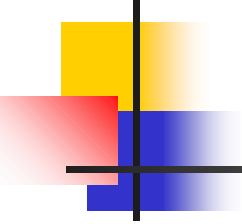
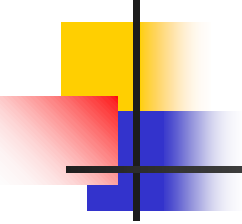


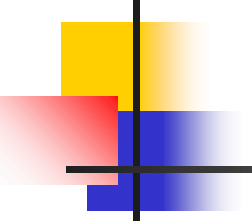


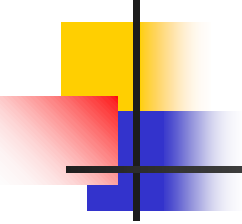
# 关于钙钛矿太阳能电池

---

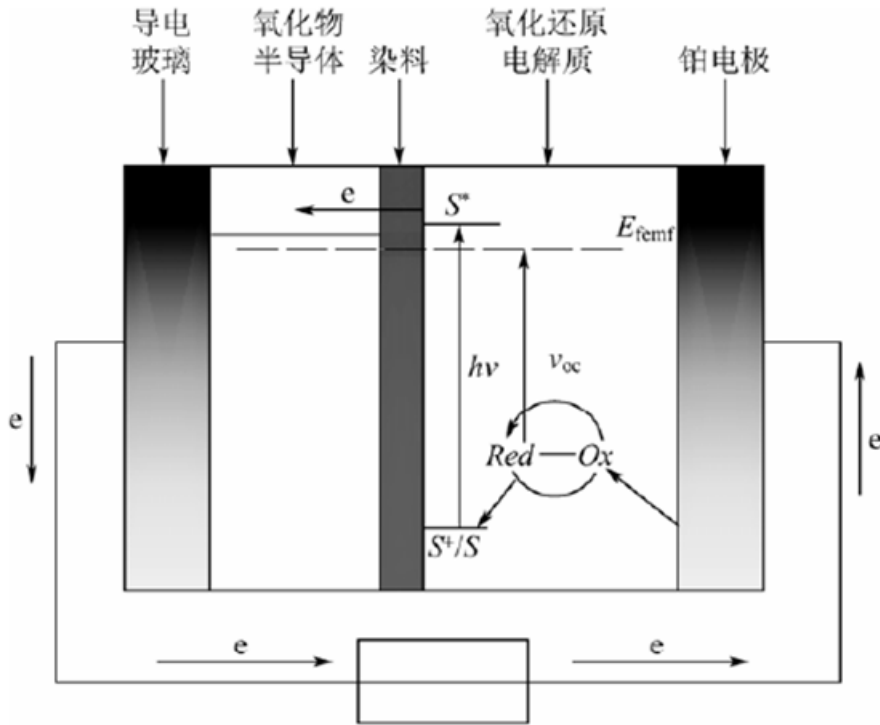
- 
- 《科学》杂志评选**2013**年度十大科学突破，第**3**项。钙钛矿型太阳能电池：一种新时代的太阳能电池材料在过去的这一年中获得了大量的关注，它们比那些传统的硅电池要更便宜且更容易生产。钙钛矿电池还没有像商用太阳能电池那样有效，但它们正在快速不断地得到改善。

- 
- 
- 美国宾州大学的**Andrew Rappe**研究组，将钙钛矿结构的铁电晶体用于光伏转换，提高光吸收效率，号称转换效率可达**50%**以上。目前只是材料和结构的设想，尚未制作出实际器件。
  - Perovskite oxides for visible-light-absorbing ferroelectric and photovoltaic materials
  - Nature 503, 509 (2013)

- 
- 以钙钛矿结构的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$  ( $\text{X}=\text{I}, \text{Br}, \text{Cl}$ ) 作为光吸收层的敏化电池，实验室报道效率已超过15%。
  - Efficient planar heterojunction perovskite solar cells by vapour deposition
  - Nature 501, 395 (2013) 英国牛津大学Henry Snaith小组，15.4%
  - Sequential deposition as a route to high-performance perovskite-sensitized solar cells
  - Nature 499, 316 (2013) 瑞士洛桑联邦理工学院Michael Gratzel小组，15%
  - 目前研究界的目标是将电池效率提高到20~25%。

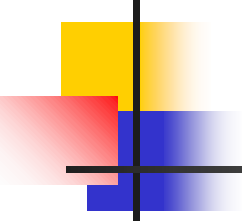
- 
- 国家863计划2015年度项目申报指南“先进能源技术领域”：钙钛矿太阳能电池关键技术研究
  - 研究钙钛矿太阳能电池器件中的电荷输运机理及影响电池性能的关键因素，开发钙钛矿薄膜太阳能电池材料及器件，研究制备钙钛矿太阳能电池的核心关键工艺，制备出效率超过**15%**、性能稳定的钙钛矿太阳能电池。

# 染料敏化电池, dye sensitized solar cell, 简称DSSC



当太阳光照射在染料敏化太阳能电池上, 染料分子中基态电子被激发, 激发态染料分子将电子注入到纳米多孔半导体的导带中, 注入到导带中的电子迅速富集到导电玻璃面上, 传向外电路, 并

最终回到对电极上。而由于染料的氧化还原电位高于氧化还原电解质电对的电位, 这时处于氧化态的染料分子随即被还原态的电解质还原。然后氧化态的电解质扩散到对电极上得到电子再生, 如此循环, 即产生电流。

- 
- 在电池组成上，**DSSC** 电池由“有源成分”和无源部分构成。所谓的“有源成分”，在**p-n**结电池中是指负责参与进行光生电荷的产生、分离、输运，构成电子循环回路的物质；在**DSSC**电池中是指分别完成光生电子激发、氧化和还原过程，构成荷电态循环的物质。无源成分是指与纳米晶半导体**TiO<sub>2</sub>**薄膜相接触构成光阳极的透明导电膜**TCO**与电解质相接触的催化剂(**Pt**或碳)以及共同构成复合对电极的**TCO**膜。



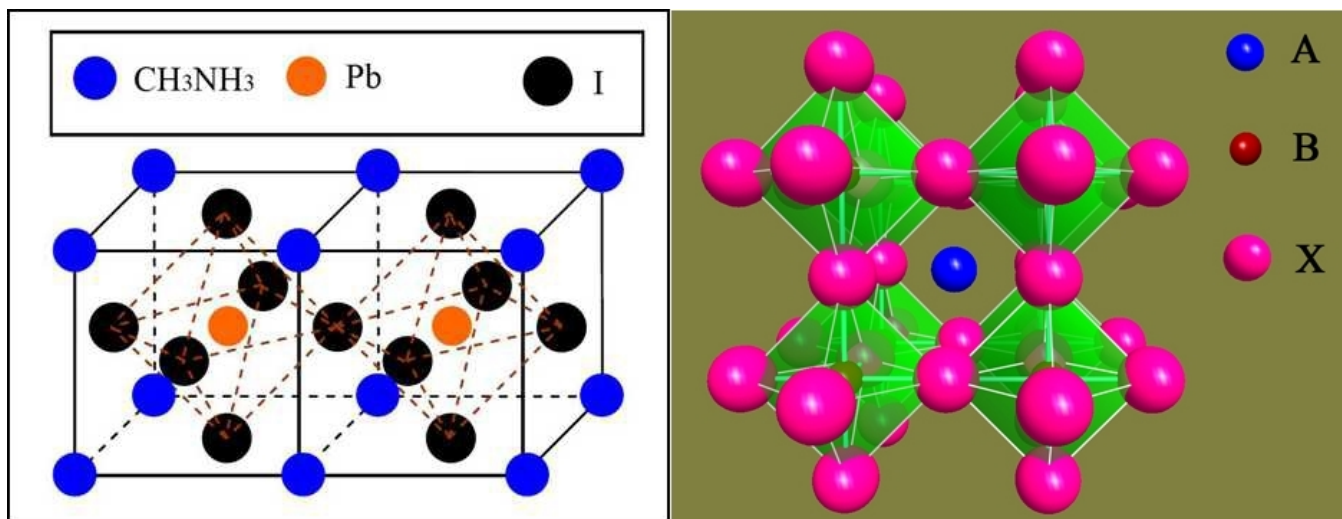
# 染料敏化电池的研发方向和内容

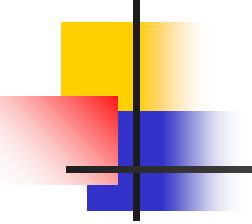
- 光阳极膜性能的提高。制备电子传导率高、抑制电荷复合的高性能多孔半导体膜，并优化膜的性能；改进制膜的方法，使其工艺更简单、成本更低；寻找其它可代替TiO<sub>2</sub>的氧化物半导体。
- 染料敏化效果的提高。设计、合成高性能的染料分子，并改善分子结构，提高电荷分离效率，使染料具有更优异的吸收性能和光谱吸收范围；充分利用多种染料的特征吸收光谱的不同，研究染料的协同敏化，拓宽染料对太阳光的吸收光谱。
- 电解质的研究。解决液态电解质封装的问题，同时寻找合适的固态电解质来代替液态电解质，制备高效率全固态的染料敏化太阳能电池。



# 有机无机杂化钙钛矿晶体

- $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$  有机铅卤素化合物是具有钙钛矿结构的自组装晶体，短链有机离子、铅离子以及卤素离子分别占据钙钛矿晶格的A、B、X位置，由此构成三维立体结构，是有机无机杂化钙钛矿的一种。



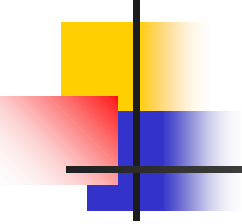
- 
- 长链有序的**PbI3**-八面体体系有利于电子的传输，使得该类材料具有非常优异的电子输运特性。载流子迁移率高，寿命长。
  - 钙钛矿有机铅碘化合物具有合适的能带结构，较好的光吸收性能，能够吸收几乎全部的可见光用于光电转换。
  - 该类材料具有自组装的特性，所以合成简易，通过低温低成本液相法即可实现有效的薄膜沉积。
  - 该类材料可用于超导材料、发光二极管、场效应晶体管、光伏器件等领域。

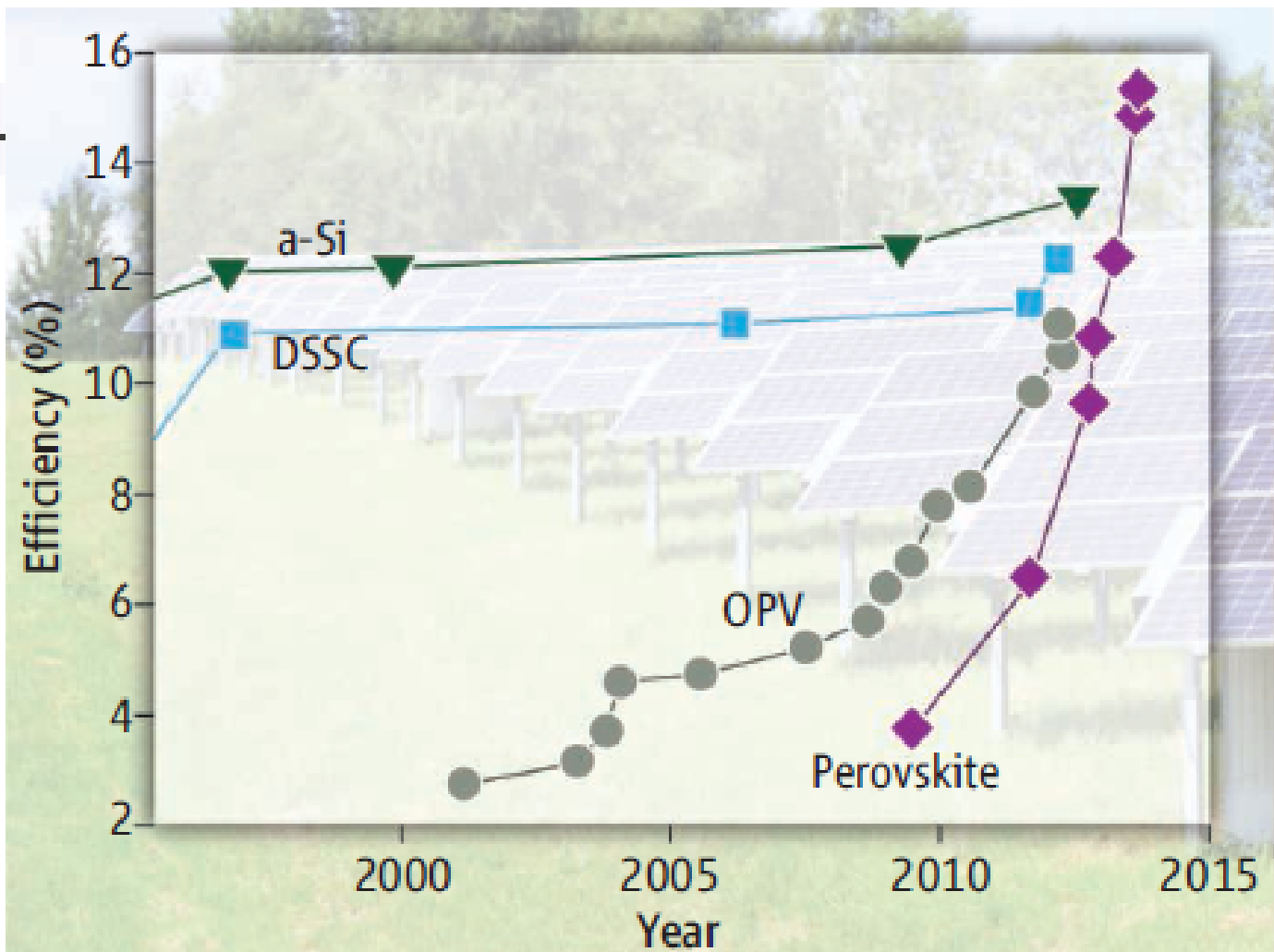
# CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbX<sub>3</sub>晶体的制备方法

- 溶液冷却法。即用溶液法生长单晶（多晶），再冷却至室温或需用的使用温度。对于单层无机片层的晶体，可将一定化学计量比的金属卤化物和有机胺分别溶解在某种溶剂中，将两种溶液在较高温度下混合，使之完全溶解，再控制降温速度，缓慢冷却至室温（或以下），就可以析出杂化钙钛矿晶体；改变金属卤化物和有机胺的化学计量比，便可控制钙钛矿无机层的层数，得到多层无机片层的杂化钙钛矿晶体。
- 蒸发溶剂法。与溶液法相似，区别在于，蒸发溶剂法是通过以很缓慢的速度蒸发溶剂的方式驱动结晶的过程，而不是采用步速降温。该方法得到的晶体质量比溶液法低，且蒸发溶剂的时间较长（通常需要几个星期以上）。但是，采用混合溶剂可以缩短培养单晶的时间。
- 层状溶液法。当不能很好地找到有机和无机组份的共溶剂时，将有机和无机组份分别溶解在两种溶剂中（这两种溶剂要具有一定互溶性，且密度差异较明显），将密度较小的溶液小心地、缓慢地加入到密度较大的溶液的液层上方，由于两种溶液有密度差异，分层现象明显，在两种溶液之间会出现清晰的界面，无机组分和有机组分非常缓慢地扩散，经过一段较长的时间后，在界面处便可生长出较大尺寸的晶体。

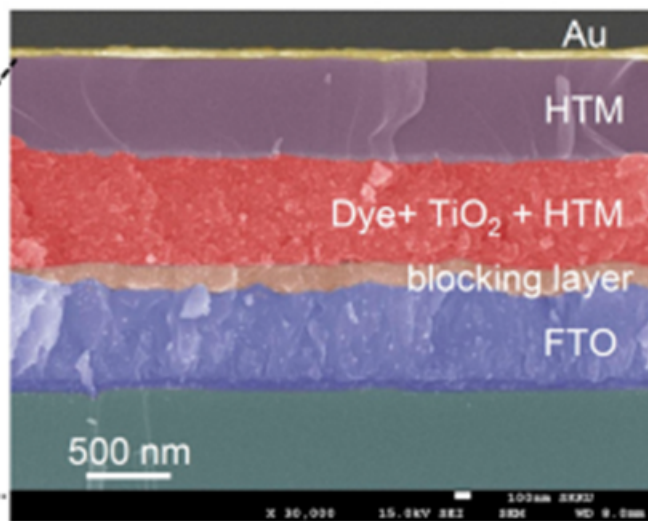
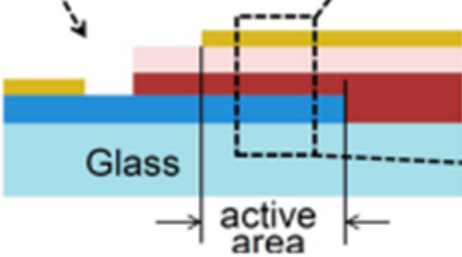
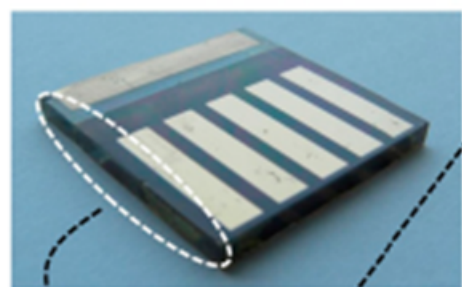
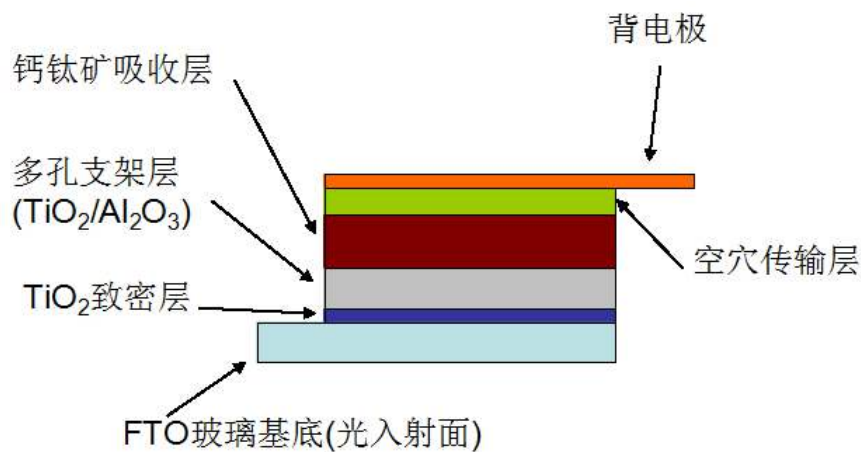
# CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbX<sub>3</sub>薄膜的制备方法

- 旋涂法。将溶胶（溶液）滴加在衬底上，旋转圆盘，使大部分胶体（溶液）因离心力作用甩出，少量留在衬底上的胶体（溶液）在表面张力和旋转离心力的作用下，逐渐展开形成均匀的膜。由于要将材料溶解或分散成溶胶，溶剂的选择比较困难，在一定程度上限制了旋转涂覆的应用范围。
- 两步浸渍法。先把无机组分的金属卤化物用真空沉积法或旋涂法预先沉积在衬底上，然后再把该衬底置于含有有机铵盐的溶液中，通过自组装的方法生成钙钛矿薄膜。此技术尤其适合于有机和无机组分缺少一个共同的溶剂的情况。不同材料有不同的蒸发速率，调整加热参数，可得到不同的有机无机杂化体系。

- 
- 这种钙钛矿材料用于太阳能电池，最早是在**2009年**，是日本的宫坂教授。将 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ 用作有源敏化材料，采用传统的染料敏化电池结构和电解液。
  - Organometal halide perovskites as visible-light sensitizers for photovoltaic cells.
  - J. Am. Chem. Soc. 131, 6050 (2009) 日本的T. Miyasaka研究组，当时效率只有**3.8%**。
  - **2012年**，使用有机材料构成的空穴输送材料取代电解液，效率突破**10%**。



# 高效钙钛矿电池的结构



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/275100130324011133>