

# 钼在发电中的应用

## 薄膜光伏太阳能板

钼对可持续发展的贡献：

不锈钢

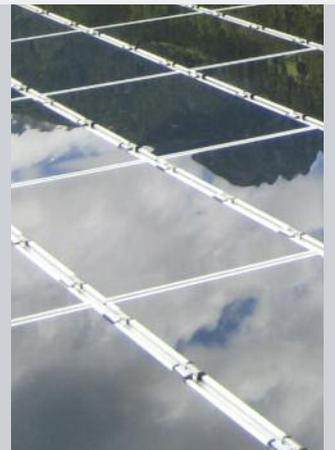
合金钢

超级合金

铸铁

钼金属

化学品



钼作为一个金属、一种合金元素和化学产品的一个组成部分，对可持续发展作出了重要贡献。国际钼协会（IMOA）的“以少获多”案例研究更深入地探讨了钼是如何促进可持续发展的，在这种增长模式中，资源的利用旨在满足人类需求，同时保护环境。

我们将特别关注某个特定用途或应用是如何为可持续发展的三大支柱贡献力量的：



环境绩效、资源利用、  
能源效率、生产和回收



供应链、生命周期和材  
料性能



健康、安全和福祉

本案例研究探讨了无碳发电薄膜光伏（TFPV）太阳能板的制造和使用。太阳能发电无二氧化碳排放，属于可再生能源。与传统太阳能电池板相比，TFPV电池板具有潜在的优势，钼是制造若干不同类型太阳能电池板的关键成分。

## 挑战

温室气体（GHG）造成的气候变化是21世纪人类面临的巨大挑战之一。二氧化碳（CO<sub>2</sub>）是地球温室气体的最大贡献者，自工业革命开始以来，其水平急剧上升，全球平均气温也相应地出现类似的急剧上升。

大部分人造二氧化碳是化石燃料燃烧产生的，大约25%的温室气体来自发电。因此，对二氧化碳的担忧推动了对低碳和无碳能源的需求。

## 解决方案

太阳能无二氧化碳排放，与其他一些非化石能源一起，被列为可再生能源。

自20世纪末以来，对非化石能源的需求（图1）稳步增长，预计到2050年将翻一番以上，对太阳能的需求增长更快。预计消费者也将通过选择小规模和家用太阳能装置来推动这种需求。

太阳能被看作一种可持续的资源，因为它在发电时仅消耗阳光，可以部署在大型中心站或分散的地点。利用太阳能也比其他技术消耗的能源少。

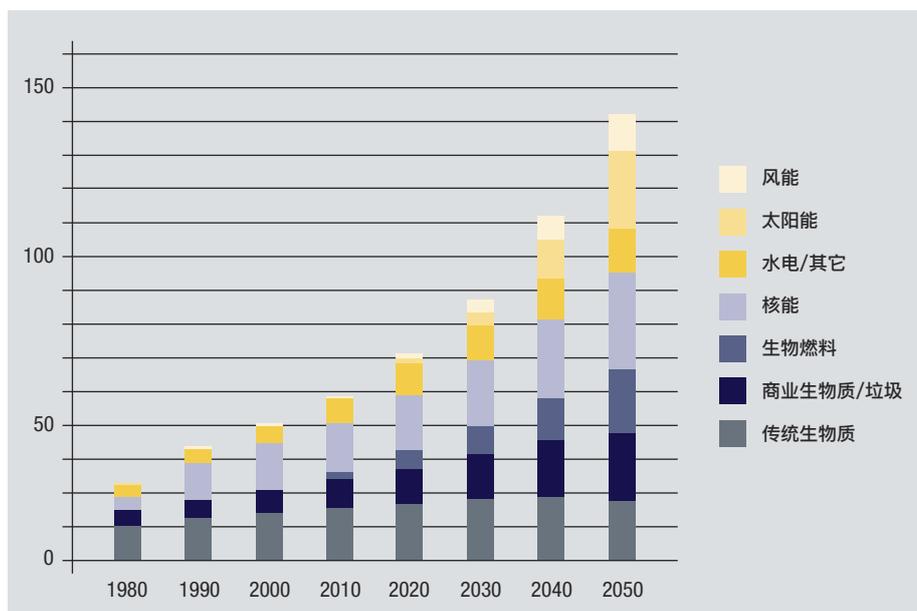


图1 非化石能源增长，以百万桶油当量/天为单位的能源需求前景。  
资料来源：能源市场报告，荷兰皇家壳牌公司，2012年4月

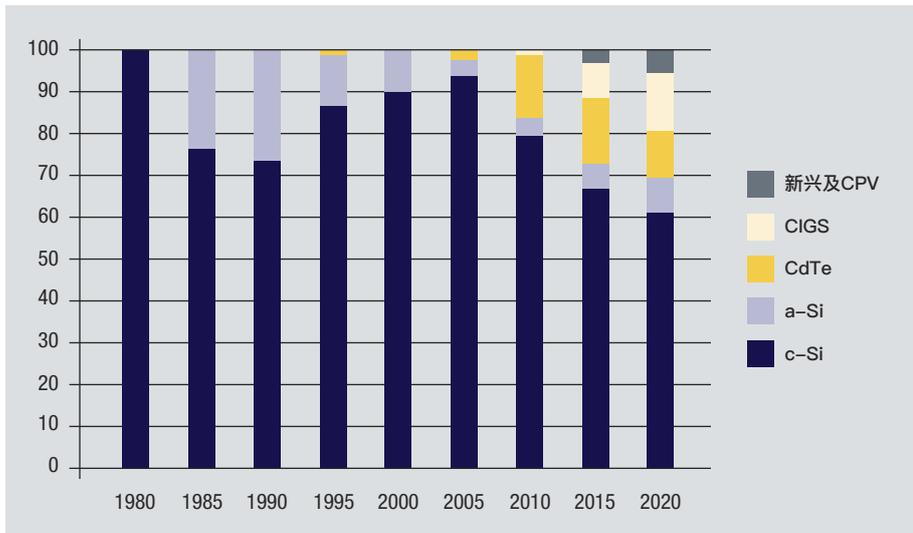


图2 太阳能电池技术市场份额的历史演变和未来趋势。资料来源：“太阳能发电6：太阳能光伏能源赋能世界2011” EPIA 2011，图12，第26页

平均而言，地球表面持续接收超过1000瓦/平方米的太阳能。光伏(PV)材料将太阳能转化为电能，以材料的转换效率(CE)衡量系统转换效率。目前主要的商用光伏材料有：

- 晶硅(c-Si)
- 非晶硅(a-Si)
- 碲化镉(CdTe)
- CIGS(或CIS)，一种铜(Cu)、铟(In)、镓(Ga)和硒(Se)或硫(S)的合金

基于晶体硅技术的太阳能电池板采用相对较厚和较硬的晶圆，而其他太阳能电池采用薄膜技术。尽管薄膜技术本身转换效率较低，但它们在制造、成本和设计灵活性方面的优势使其比晶体硅更具吸引力。与薄膜硅器件相比，使用钼的薄膜技术具有更好的转换效率。图2显示了2011年对每种技术市场趋势的估计。

### 钼如何发挥作用

钼作为薄膜太阳能电池板背电极中的一种金属(或唯一的金属)，在快速增长的薄膜电池技术中发挥着重要作用。其厚度约为500-1000纳米(十亿分之一米)

(图3)。采用溅射法沉积，高能惰性气体等离子体轰击钼靶将原子喷射或溅射出来。喷射出的原子沉积在基材上，产生一层精确控制的、具有优异粘附性的高质量薄膜。

钼的特性为它用作电池板背电极提供了几个优势：

- 钼能承受高达650°C的工艺温度
- 钼能抵抗硒的高温腐蚀
- 钼能够让钠在工艺过程中从钠钙玻璃基板扩散到吸收层，使转换效率CE提高约2%
- 钼在钼/CIGS界面形成有益的硒化合物

尽管专利例举了替代电极材料，但钼有可能成为未来的首选材料。2011年薄膜光伏太阳能TFPV技术中的钼用量估计超过160吨。根据TFPV需求的增长，2020年该领域的钼消费量估计为1300至2600吨。

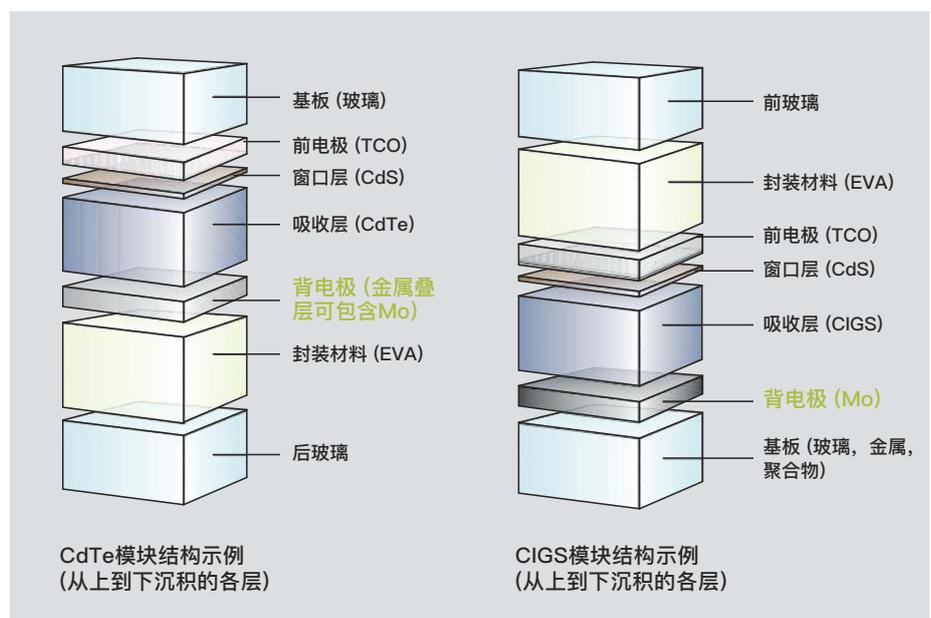


图3 薄膜太阳能电池分层结构示意图。钼作为优选的背电极起着关键作用。资料来源：Prismark Partners, LLC

## 关键的可持续性优势

优势	可持续性属性		
不产生二氧化碳（建模表明，只有用无温室气体能源取代化石燃料发电，才会对温室气体清单产生重要影响，进而对气候变化产生重要影响）	 ECOLOGY		 SOCIETY
光伏发电峰值与电力需求峰值自然重合，减少了对化石燃料基本负荷发电的需求	 ECOLOGY	 ECONOMY	 SOCIETY
光伏发电可快速“偿还”用于建造、安装和回收电池模块的能源	 ECOLOGY	 ECONOMY	
单个公司既可推广使用终了的回收再生计划，又能回收再生自己的内部废料	 ECOLOGY	 ECONOMY	
可从回收材料中提取钼，并回收溅射靶材所有未使用的部分	 ECOLOGY	 ECONOMY	
可以固定成本生产电力能源长达20年以上，而化石能源成本随着时间的推移而波动和增长		 ECONOMY	
CIGS和CdTe是所有技术中能源回收期（EPBT）最短的，在0.9–1.5年之间		 ECONOMY	
离网型光伏发电消除了配电过程中产生的电力损失	 ECOLOGY	 ECONOMY	
光伏技术在设备制造、安装、运营和维护的整个价值链中创造就业机会		 ECONOMY	 SOCIETY
光伏发电可以很容易地安装在偏远地区，为欠发达地区供电，极大地提高了生活质量			 SOCIETY

## 小结

在过去的五年里，光伏面板制造业已经成为大规模的产业。采用钼的薄膜技术具有与硅基技术成功竞争的潜力，并有望在未来的光伏发电中发挥重要作用。

钼是薄膜光伏系统生产中的一种重要原材料，随着技术的发展，钼可能仍然是一个关键成分，从而增加钼对可持续发展的贡献。

国际钼协会  
info@imoa.info · www.imoa.info

© 由IMOA与原作者John Shields、PentaMet Associates LLC和H.C.Starck合作出品。封面照片PVTech

IMOA / 07 / 13

国际钼协会（IMOA）已尽一切努力确保所提供的信息在技术上是正确的。但是，IMOA不代表或不保证本案例研究所包含信息的准确性或其对于任何常规或特定用途的适用性。请读者注意，本文包含的材料仅供参考；在未获得适当建议之前，不应依赖它或其用于任何特定或一般应用。IMOA、其成员、员工和顾问特此声明，对因使用本出版物中所含信息而造成的任何损失、损害或伤害不承担任何责任。